ББК 32.884.19
В80

Составитель *А. В. Дьяков*

Рецензенты: *А. С. Долгий, А. Д. Шуб*

Редактор *М. Е. Орехова*

Художник *В. А. Клочков*

**В помощь** радиолюбителю: Сборник. Вып. 103 /
В80 Сост. А. В. Дьяков.— М.: ДОСААФ, 1989.— 79 с., ил.
35 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и методика расчета их некоторых узлов. Учтены интересы начинающих и квалифицированных радиолюбителей.

Для широкого круга радиолюбителей.

В $\frac{2302020500-011}{072(02)-89}$ 105—89

ББК 32.884.19
6Ф2.9



# ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНАСОСОМ

**А. Калинский**

Описываемое устройство предназначено для автоматического управления центробежными скважинными насосами водоподъема с погружными электродвигателями мощностью 1...11 кВт и контроля необходимых уровней воды в водонапорных башнях. Оно может найти применение и для других целей в системе водоснабжения сельскохозяйственных и промышленных предприятий как питьевой, так и промышленной водой.

Устройство представляет собой более совершенный вариант блока управления садовым электронасосом, описанного А. Субботиным в журнале «Радио» (1984, № 1, с. 30—31). По сравнению с ним описываемое устройство позволяет применять не только однофазные, но и трехфазные насосы. В устройстве используется электронный бесконтактный датчик уровней воды вместо трудоемких в изготовлении электромеханических, требующих надежной изоляции для обеспечения безопасной эксплуатации. Кроме того, применение электронного датчика уровней позволяет осуществлять прием информации о контролируемых уровнях воды по двум проводам, что обеспечивает их экономию примерно в два раза. Это немаловажно при значительном удалении скважины от наполняемого резервуара.

Принцип действия устройства поясняется рис. 1 и основан на фиксации изменения проводимости между корпусом наполняемого резервуара и двумя металлическими электродами, омывающимися или не омывающимися водой (в зависимости от ее уровня).

Анализирующая часть устройства выполнена на микросхеме КМОП структуры, включающей в себя четыре элемента 2И-НЕ. Большое входное сопротивление,

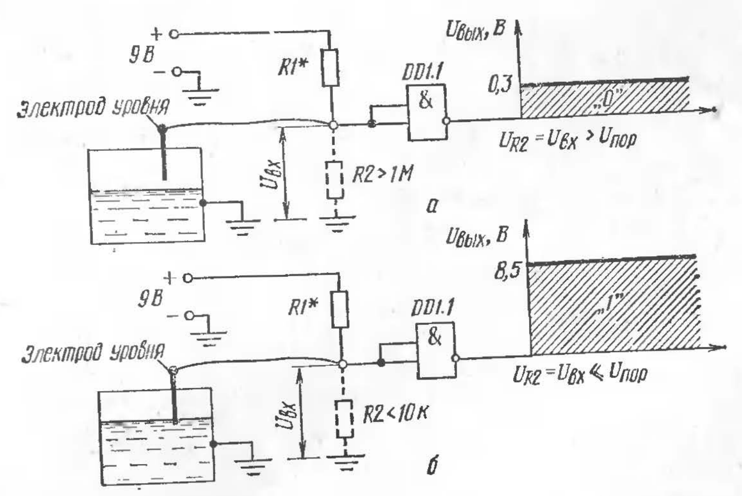



*Рис. 1.* Датчик уровня:
а — электрод уровня не соприкасается с водой; б — электрод уровня соприкасается с водой

высокая помехоустойчивость и температурная стабильность, наличие защитных стабилитронов на входах микросхемы позволяют применить ее в схеме анализирующей части устройства. Соединив электрод уровня с входами элемента 2И-НЕ, как показано на рис. 1, можно получить датчик, фиксирующий изменения проводимости между электродом и корпусом резервуара. Действительно, если электрод уровня не соприкасается с водой (рис. 1, а), то сопротивление (R2) между ним и корпусом наполняемого резервуара велико. Оно равно сопротивлению изоляции электрода и реально более 1 МОм. В этом случае напряжение $U_{R2}$, приложенное к входам элемента DD1.1, будет больше порогового значения, которое для микросхемы К176ЛА7 примерно равно $\frac{U_{пит}}{2}=4,5$ В. Это напряжение воспринимается элементом DD1.1 как уровень логической 1 и инвертируется в уровень логического 0. При поднятии уровня воды до электрода (рис. 1, б) сопротивление R2 во много раз уменьшится из-за относительно высокой электропроводности воды. Сопротивление R2 в этом случае зависит от площади сечения электрода и, в основном, от применяемой воды. Для питьевой и технической воды, взятой из различных источников, это сопротивление может быть



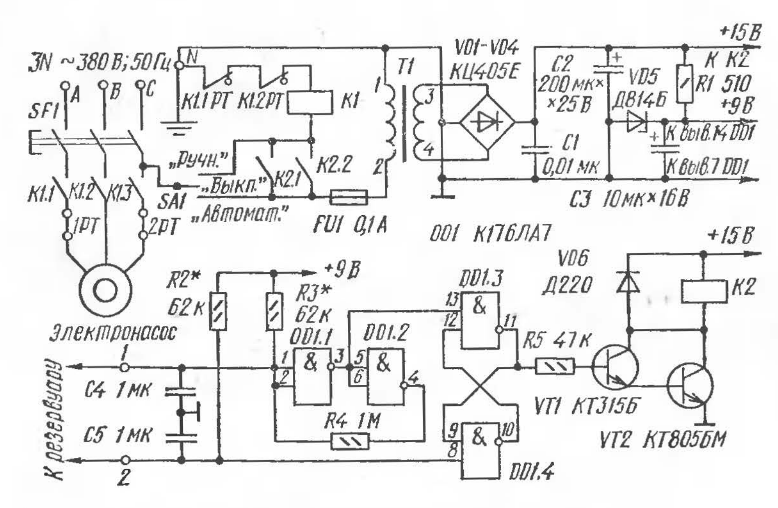



*Рис. 2.* Принципиальная схема управления электронасосом

от 1 до 10 кОм. Оно зависит от количества солей и различных примесей, влияющих на электропроводность воды. В результате уменьшения сопротивления R2 до указанных пределов напряжение $U_{R2}$ окажется намного меньше порогового значения и будет равно 0,3...0,7 В (устанавливается подбором резистора R1 при настройке устройства). Такой уровень напряжения воспринимается элементом DD1.1 как логический 0 и инвертируется в логическую 1. Напряжения логической 1 и 0 поступают на RS-триггер, который производит необходимые включения или выключения исполнительного устройства.

Принципиальная схема устройства изображена на рис. 2. Для его питания используется четырехпроводная сеть с тремя фазными (A, B, C) и одним нулевым (N) проводами. Устройство содержит: элементы защиты электродвигателя насоса — автоматический трехполюсный выключатель SF1, нагревательные элементы 1PT, 2PT и размыкающие контакты K1.1PT, K1.2PT теплового реле; электромагнитный пускатель K1, включающий насос; блок питания, преобразующий напряжение ~220 В (между фазным C и нулевым N проводами) в постоянные 9 В и 15 В и состоящий из трансформатора T1, диодов VD1 — VD5, конденсаторов C1 — C3; датчик уровней воды, управляющий работой устройства в автоматическом режиме и содержащий триггер Шмитта на

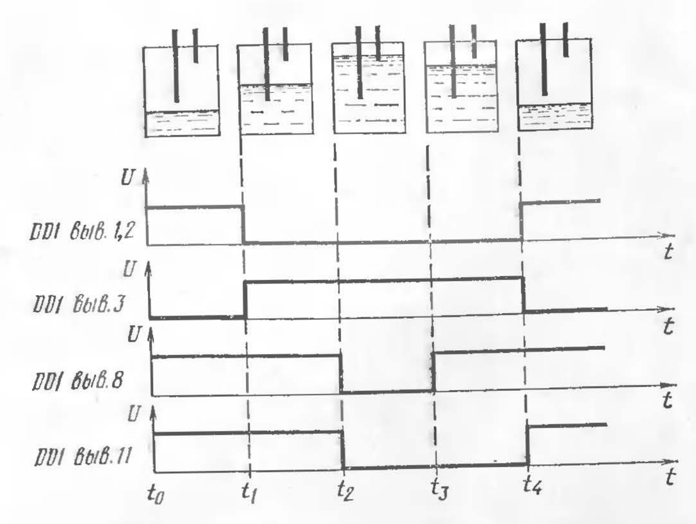



*Рис. 3.* Эпюры напряжений в разных точках схемы в зависимости от уровня воды в резервуаре

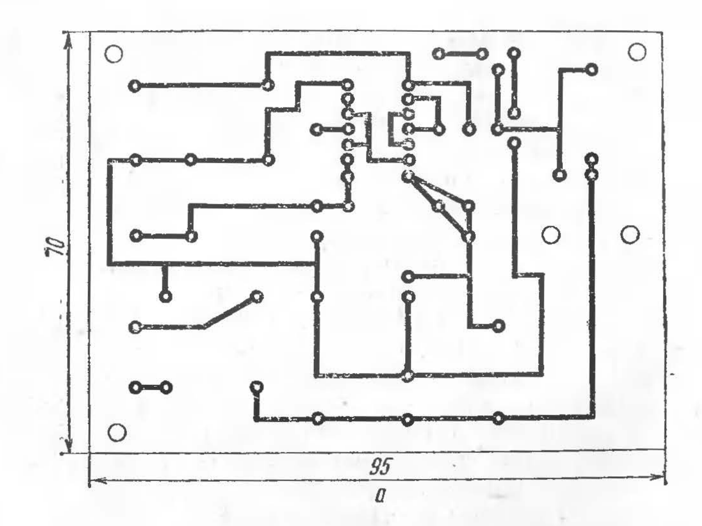
элементах DD1.1 — DD1.2, RS-триггер на элементах DD1.3 — DD1.4, исполнительное устройство на транзисторах VT1 — VT2 и реле К2; электроды нижнего и верхнего уровней воды (на схеме не показаны), подключаемые соответственно к клеммам 1 и 2. Конденсаторы С4 — С5 и триггер Шмитта предназначены для повышения помехоустойчивости устройства.

Устройство может работать в ручном и автоматическом режимах. При включенном выключателе SF1 и нейтральном положении переключателя SA1 устройство и электронасос отключены от сети. При необходимости для работы в ручном режиме переключатель SA1 устанавливают в верхнее по схеме положение. При этом срабатывает пускатель К1 и своими контактами К1.1 — К1.3 включает электронасос, который будет подавать воду в резервуар.

Основной режим работы — автоматический. Для перевода устройства в этот режим переключатель SA1 устанавливают в нижнее по схеме положение, при этом включается в работу блок питания, который подает +9 В и +15 В на датчик уровней воды. Если вода в резервуаре находится ниже электрода нижнего уровня (рис. 3, $t_0$), то величина сопротивлений между электродами уровней и корпусом резервуара большая, следовательно, на выводах 1, 2, 8 микросхемы DD1 присутствует напряжение логической 1. Элементом DD1.1 логическая 1 преобразуется в логический 0, который поступает на вход S (вывод 13) триггера, устанавливая его в единичное состояние. Уровень 1 с выхода (вывод 11) RS-триггера открывает транзисторы VT1 и VT2. Реле К2 срабатывает и своими контактами К2.1 — К2.2 включает пускатель К1, который в свою очередь включает электронасос. Насос начинает качать воду в резервуар. В процессе заполнения вода достигает электрода нижнего уровня (рис. 3, $t_1$), сопротивление между ним и корпусом резервуара значительно уменьшается. На входе DD1.1 появляется уровень 0, а на выходе уровень 1, но состояние триггера не изменяется. Насос продолжает качать воду. В результате заполнения резервуара вода достигает электрода верхнего уровня (рис. 3, $t_2$). На входе R (вывод 8) появляется уровень 0, который устанавливает триггер в нулевое состояние. В результате этого транзисторы VT1, VT2 закрываются, обесточивая реле К2. Электронасос выключается, подача воды прекращается. По мере потребления уровень воды понижается (рис. 3, $t_3$), но состояние триггера не меняется. Электронасос продолжает оставаться выключенным, но вновь включится в работу после того, как вода в резервуаре опустится ниже отметки, определяемой электродами нижнего уровня (рис. 3, $t_4$). Цикл работы устройства повторится.

Если в процессе работы электронасоса ток через нагревательные элементы 1РТ, 2РТ протекает выше допустимого, срабатывает тепловое реле и контактами К1.1РТ, К1.2РТ обесточивает пускатель К1. Пускатель отключает электронасос от сети. При коротких замыканиях в обмотках электродвигателя насоса срабатывает автоматический выключатель SF1, отключая электронасос от сети.

К о н с т р у к ц и я  и  д е т а л и. В качестве электронасоса применен погружной электродвигатель водоподъема ПЭДВ-8 мощностью 8 кВт, коммутируемый контактами электромагнитного пускателя ПМЕ-222, в корпусе которого размещено тепловое реле ТРН-25УЗ. Нагревательные элементы этого реле включаются в два фазных провода, питающих электронасос, а размыкающие контакты — последовательно с обмоткой пускателя. Для




подключения электродвигателя должен применяться провод или кабель с сечением жил не менее 2,5 мм², например провод АПР, автоматический выключатель SF1 — АП50-3МУ3. Вместо последнего можно применить А3124 на ток срабатывания не менее 25 А. Переключатель SA1 — П2Т-1. Трансформатор Т1 — ТВК-110-Л2, применяемый в черно-белых телевизорах. Можно применить трансформатор, выполненный на магнитопроводе Ш16×32. Обмотка 1—2 содержит 2200 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка 3—4 — 140 витков ПЭВ-1 0,3. Подойдет и имеющийся в наличии готовый трансформатор мощностью не менее 5 Вт с напряжением на вторичной обмотке 12...13 В. Выпрямитель VD1 — VD4 из серии КЦ405 с любым буквенным индексом. Конденсаторы: С1 — типа МБМ; С2, С3 — К50-6; С4, С5 — К73П3. Резисторы типа ОМЛТ или МЛТ. Микросхема DD1 может быть заменена на К561ЛА7 или К564ЛА7. Транзисторы VT1, VT2 могут быть с любым буквенным индексом. Вместо VT1 можно применить КТ3102, а вместо VT2 — КТ815, КТ817 с любым буквенным индексом. Реле К2 — РЭС6 (паспорт РФО.452.106) или РЭС9 (паспорт РС4.529.029—02, РС4.529.029—11).

Все детали устройства, кроме электродов уровней, переключателя SA1, магнитного пускателя К1, предохранителя и трансформатора Т1, размещены на печатной



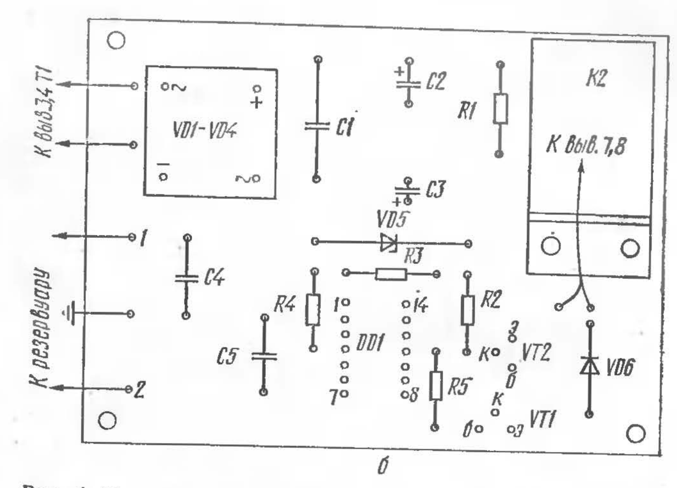



*Рис. 4.* Печатная плата (а) блока управления и расположение деталей на ней (б)

плате. Печатная плата (рис. 4) и трансформатор Т1 размещаются в подходящем для этой цели корпусе, например от неисправного магнитного пускателя. На передней крышке корпуса устанавливается переключатель SA1 и предохранитель FU1. Корпус устройства соединяется с общим проводом блока питания и нулевым проводом сети. Нулевой провод заземляется. В качестве заземлителя можно использовать металлический кожух списанного электронасоса или металлическую трубу, по которой подается вода в резервуар, если она проложена в земле.

Корпус резервуара, заполняемого водой, также заземляется, так как земля выполняет роль общего провода к электродам уровней. Роль заземлителя могут выполнять металлические опоры, на которых установлен резервуар или металлический стержень сечением не менее 100 мм² и длиной 2 м. Если применяется неметаллический резервуар, то на одной планке с электродами уровней устанавливают и заземляют третий электрод. По длине он должен быть больше электрода нижнего уровня.

В качестве электродов уровней можно применять конструкции из металлов, устойчивых к коррозии, например отрезки стальных оцинкованных труб, стержни из нержавеющей стали, алюминиевые уголки. Нельзя

2 8—1568

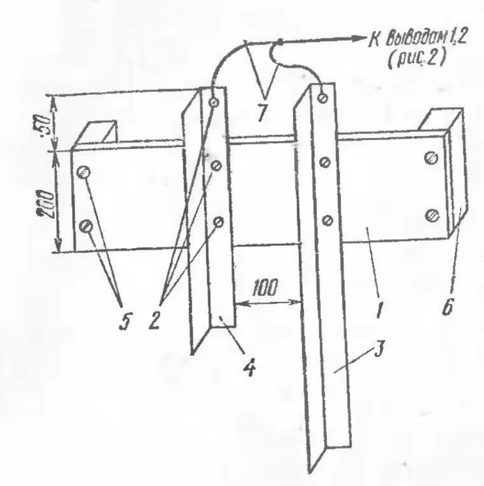



Рис. 5. Эскиз варианта конструкции датчика уровней

использовать металлы, которые оказывают вредное воздействие на воду, например медь (это относится и к подводящим проводам).

Один из вариантов конструкции электродов уровней представлен на рис. 5. На изолирующей от корпуса планке 1, например из текстолита, параллельно закрепляются при помощи болтов 2 диаметром 4 мм электроды нижнего 3 и верхнего 4 уровней. Электроды представляют собой отрезки алюминиевых уголков сечением 25×25 мм, длина которых зависит от конструкции резервуара и контролируемых уровней воды. Планка с электродами крепится к корпусу резервуара при помощи болтов 5 диаметром 6 мм через ограничительные деревянные бруски 6 в вертикальном положении. Для соединения электродов с датчиком уровней воды применен двухпроводный телефонный кабель 7П-274. Провод от электрода нижнего уровня присоединяют к клемме 1, от электрода верхнего уровня — к клемме 2.

Настройка устройства заключается в подборе сопротивлений резисторов R2, R3. Для настройки необходимо: подать питание на датчик уровней; между клеммой 1 и корпусом установить резистор с сопротивлением 3...10 кОм (эквивалент воды); подключить прибор для измерения постоянного напряжения параллельно резистору эквивалента воды; изменяя сопротивление R2, добиться показания прибора, равного 0,5...0,7 В; отсоединить резистор эквивалента воды — показание прибора должно быть около 9 В. Аналогично произвести подбор резистора R3.

В процессе эксплуатации устройства рекомендуется два раза в год производить профилактический осмотр и чистку электродов уровней.



## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЕЛОЧНЫХ ГИРЛЯНД НА БАЗЕ К155РУ2

**А. Евсеев**

Накануне Нового года многих радиолюбителей волнует вопрос: как «оживить» новогоднюю елку? Желательно, чтобы иллюминация была как можно более разнообразной, не надоедала и не утомляла бы зрение. Это означает, что очередность подключения ламп и продолжительность их горения должны изменяться.

На рис. 1 приведена схема переключателя гирлянд, отвечающего поставленным условиям.

Сердцем устройства является микросхема К155РУ2 — оперативное запоминающее устройство из 16 четырехразрядных слов. (Под «словом» в данном случае понимается совокупность логических нулей и единиц, например 0110, 1101 и т. д.). Как действует эта микросхема? Ее четыре входа (D1, D2, D3, D4) предназначены для подачи информации, которую нужно записать в память. Эти входы называются информационными. На четыре других входа (A1, A2, A3, A4) подают двоичный код адреса ячейки, которую требуется выбрать для записи или считывания информации. Эти входы называются адресными. Изменяя двоичный код на этих входах от 0000 до 1111, можно обратиться к любой из 16 ячеек. Подавая сигнал на вход W, выбирают нужный режим работы микросхемы: если на входе W логический 0, то производится запись в ячейку; если же на входе W логическая 1, то можно считывать информацию, хранящуюся в ячейках памяти микросхемы. При считывании информация поступает на четыре выхода: C1, C2, C3, C4. Микросхема имеет выходы с открытым коллектором, причем, если в ячейке памяти записана логическая 1, то соответствующий транзистор выхода будет открыт (разумеется, в его коллекторную цепь должна быть включена нагрузка — резистор).

Таким образом, для записи числа в какую-либо ячейку памяти необходимо подать на входы D1 — D4 соответствующие логические уровни, а на входы A1 —

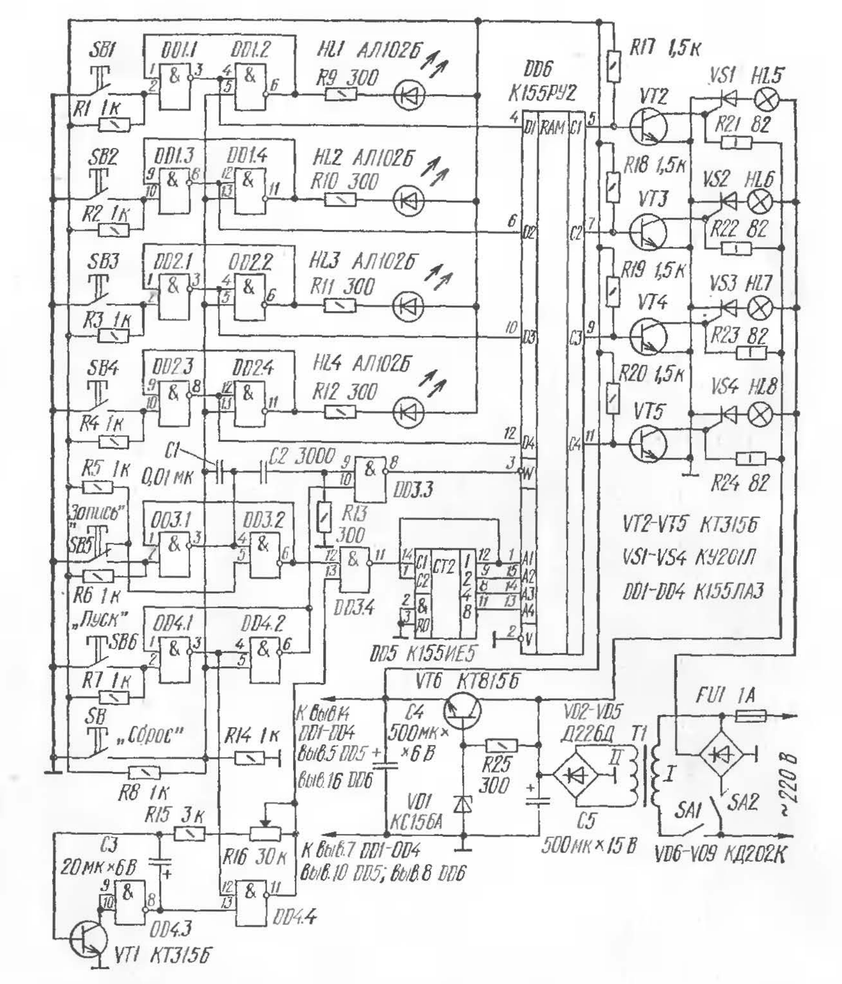


*Рис. 1.* Схема переключателя гирлянд

А4 — двоичный код адреса требуемой ячейки. Затем на вход W кратковременно подают логический 0 — и информация записана. Для считывания информации необходимо подать на вход W логическую 1. Тогда при смене кода адреса на выходах С1 — С4 будут появляться сигналы, соответствующие содержимому нужных ячеек. Подробнее о работе этой микросхемы можно прочитать в [1].



Вход V служит для разрешения работы микросхемы: при подаче на него логической 1 запись и считывание не производятся.

Рассмотрим работу переключателя по его принципиальной схеме (рис. 1).

С помощью кнопок SB6 «Пуск» и SB7 «Сброс» устанавливают требуемый режим работы устройства: после нажатия кнопки «Сброс» можно производить запись программы в ячейки памяти микросхемы, а после нажатия кнопки «Пуск» происходит считывание записанной программы.

При нажатии на кнопку SB7 «Сброс» RS-триггеры, собранные на логических элементах DD1.1 и DD1.2, DD1.3 и DD1.4, DD2.1 и DD2.2, DD2.3 и DD2.4, DD4.1 и DD4.2 установятся в исходное состояние, при котором на выходах логических элементов DD1.1, DD1.3, DD2.1, DD2.3 и DD4.1 — логический 0. Поступая на вывод 12 логического элемента DD4.4, он запрещает работу тактового генератора, собранного на логических элементах DD4.3, DD4.4 и транзисторе VT1.

Затем с помощью кнопок SB1 — SB4 набирают двоичное слово для записи в первую ячейку памяти. Допустим, нам требуется записать 0111. Для этого нужно нажать кнопки SB2, SB3, SB4. При этом триггеры DD1.3 и DD1.4, DD2.1 и DD2.2, DD2.3 и DD2.4 перебросятся, и зажгутся светодиоды HL2, HL3, HL4. После этого нажимают кнопку SB5 «Запись». При этом импульс с выхода триггера (вывод 3 логического элемента DD3.1) через дифференцирующую цепь C2R13 и логический элемент DD3.3 поступает на вход W микросхемы памяти DD6. Дифференцирующая цепь C2R13 и логический элемент DD3.3 работают таким образом, что после нажатия кнопки SB5 «Запись» на вход W поступает короткий (длительностью несколько наносекунд) отрицательный импульс, который обеспечивает запись информации, поданной на информационные входы D1 — D4 по адресу в соответствии с двоичным кодом на адресных входах А1 — А4. В момент отпускания кнопки SB5 «Запись» импульс с выхода логического элемента DD3.1 через конденсатор С1 установит в исходное состояние все RS-триггеры, в которых было предварительно записано двоичное слово. Импульс, поступивший с выхода логического элемента DD3.4 на вход С1 двоичного счетчика DD5, увеличит на единицу адрес (двоичный код

которого снимается с выводов 12, 9, 8 и 11 этой микросхемы). Заметим, что установки в исходное состояние счетчика адреса DD5 не производятся (выводы 2 и 3 для обеспечения счетного режима соединены с общим проводом).

После этого кнопками SB1 — SB4 набирают новое двоичное слово программы, нажимают кнопку SB5 «Запись» и т. д.— пока в микросхему памяти не будет записана вся программа из 16 четырехразрядных двоичных слов. После того как программа записана, нажимают кнопку SB6 «Пуск», триггер DD4.1 и DD4.2 изменяет свое состояние на противоположное, начинает работать генератор на логических элементах DD4.3, DD4.4, импульсы которого поступают на счетчик DD5 и изменяют код адреса ячейки. На входе W теперь все время находится логическая 1, поскольку на выходе логического элемента DD4.2 — логический 0, который подается на вход логического элемента DD3.3. На выходах C1 — C4 микросхемы К155РУ2 появляются логические уровни, соответствующие записанной в ячейках памяти информации. Сигналы с выходов C1 — C4 усиливаются транзисторными ключами VT2 — VT5 и затем поступают на управляющие электроды тринисторов VS1 — VS4. Тринисторы управляют четырьмя гирляндами ламп, условно обозначенными на схеме HL5 — HL8. Допустим, что на выходе C1 микросхемы DD6 имеется логический 0. В этом случае транзистор VT2 закрыт, через резистор R21 и управляющий электрод тринистора VS1 протекает ток, тринистор открывается и зажигает лампы гирлянды HL5. Если же на C1 логическая 1, то лампы HL5 гореть не будут.

Микросхемы устройства питаются от стабилизированного выпрямителя, собранного на диодном мосте VD2 — VD5, стабилитроне VD1 и транзисторе VT6. Лампы гирлянд HL5 — HL8 питаются выпрямленным напряжением, снимаемым с диодного моста VD6 — VD9. Для отключения гирлянд служит выключатель SA2, для отключения от сети остальных элементов устройства служит выключатель SA1.

В устройстве применены следующие детали. Транзисторы VT2 — VT5 могут быть любыми из серий КТ3117, КТ603, КТ608, КТ630, КТ801; VT1 — любой из серий КТ306, КТ312, КТ315, КТ316; VT6 — любой из серий КТ801, КТ807, КТ815. Тринисторы КУ201Л (VS1 — VS4) можно заменить на КУ202 с буквами К, Л, М, Н. Диоды VD2 — VD5, помимо указанных, могут быть Д310, КД509А, КД510А. Диоды КД202К (VD6 — VD9) можно заменить на КД202 с буквами Л — Р, а также на Д232, Д233, Д246, Д247 с любыми буквами. Конденсаторы C1, C2 — типа К10-7, К10-23, КЛС или КМ-6; C3—C5 — К50-6, К50-16 или К50-20. Все постоянные резисторы — типа МЛТ. Переменный резистор R16 — СП-I, СП-0,4. В устройстве можно использовать кнопки типа КМ1-1 или КМД1-1. Можно также использовать кнопки других типов (например, П2К без фиксации положения). Выключатели SA1 и SA2 — типа «тумблер» (ТВ2-1, ТП1-2, Т1, МТ1 и др.). Трансформатор питания T1 выполнен на ленточном магнитопроводе ШЛ16×20. Обмотка I содержит 2440 витков провода ПЭВ-1 0,08, обмотка II — 90 витков провода ПЭВ-1 0,51. Можно использовать и любые другие трансформаторы мощностью 10...20 Вт, имеющие вторичную обмотку на напряжение 8...10 В и ток 0,5...0,7 А. Подойдут трансформаторы ТВК-70Л2, ТВК-110ЛМ, у которых часть витков вторичной обмотки должна быть удалена для получения нужного напряжения.

Большая часть элементов устройства смонтирована на текстолитовой плате с размерами 120×150 мм. Монтаж выполнен проводами. Транзистор VT6 установлен на дюралюминиевом уголке площадью около 30 см² (он служит радиатором). Диоды VD6 — VD9 и тринисторы VS1 — VS4 установлены на плате без радиаторов, при этом суммарная мощность переключаемых ламп не должна превышать 500 Вт.

За пределами платы находятся следующие элементы: трансформатор питания T1, держатель предохранителя FU1, выключатели питания SA1 и SA2, переменный резистор R16. Элементы платы соединены с ними многожильным проводом. Провода, соединяющие аноды тринисторов VS1 — VS4 с лампами HL5 — HL8, припаяны непосредственно к лепесткам тринисторов.

Сечение проводов, которыми выполнены силовые цепи, должно быть не менее 1 мм².

Конструкция устройства произвольная. На верхней крышке корпуса должны быть расположены кнопки SB1 — SB7, выключатели питания SA1 и SA2, светодиоды контроля записи программы HL1 — HL4, а также ручка переменного резистора R16, с помощью которого

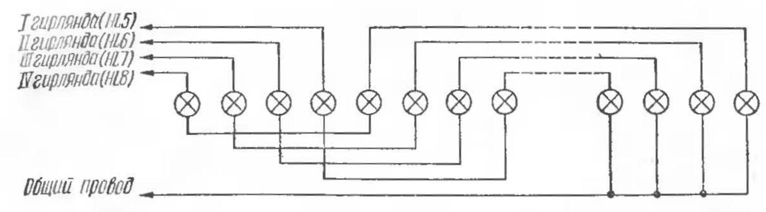



*Рис. 2.* Схема включения ламп

изменяют скорость переключения гирлянд. На боковой стенке корпуса установлены держатель предохранителя FU1 и гнезда для подключения гирлянд (на схеме они не показаны).

Если все детали исправны и в монтаже нет ошибок, то устройство начинает работать сразу. Следует отметить, что достигаемые световые эффекты во многом зависят от взаимного расположения ламп гирлянд. Весьма распространенным является такое их расположение, когда за лампой первой гирлянды следует лампа второй гирлянды, затем третьей, четвертой и т. д. На рис. 2 показана схема такого включения ламп.

Программирование переключателя ведут следующим образом. Вначале на бумаге составляют программу, представляющую собой запись состояния всех четырех гирлянд в каждом из 16 тактов работы устройства. Включенное состояние гирлянды обозначают логической 1, выключенное — логическим 0. Затем нажатием кнопки SB7 «Сброс» устанавливают микросхемы устройства в исходное состояние. После этого последовательным нажатием кнопок SB1 — SB4 набирают первое слово программы, обращая внимание на зажигание светодиодов HL1 — HL4. Затем нажимают кнопку SB5 «Запись». Так производят запись информации во все 16 ячеек микросхемы. Затем нажимают кнопку SB6 «Пуск» — переключатель переходит в рабочий режим.

При программировании следует помнить, что информация должна быть записана во все 16 ячеек памяти микросхемы, поскольку при включении питания состояние этих ячеек оказывается неопределенным.

В приведенной табл. 1 показаны некоторые варианты программирования переключателя гирлянд для получения разнообразных световых эффектов. Логические 1 в каждом слове слева направо показывают, какие из кнопок SB1 — SB4 соответственно следует нажать.



*Таблица 1*

| № программы | Содержание двоичных слов программы |
|---|---|
| 1 | 1000, 0100, 0010, 0001, 1000, 0100, 0010, 0001, 1000, 0100, 0010, 0001, 1000, 0100, 0010, 0001 |
| 2 | 0111, 1011, 1101, 1110, 0111, 1011, 1101, 1110, 0111, 1011, 1101, 1110, 0111, 1011, 1101, 1110 |
| 3 | 1000, 1000, 1000, 1000, 1000, 0100, 0100, 0100, 0100, 0010, 0010, 0010, 0001, 0001, 0000, 0000 |
| 4 | 1000, 0000, 0000, 0100, 0000, 0000, 0010, 0000, 0000, 0001, 0000, 0000, 1111, 1111, 0000, 0000 |
| 5 | 1000, 0100, 0010, 0001, 0010, 0100, 1000, 0100, 0010, 0001, 0010, 0100, 1000, 0100, 0100, 0001 |

Первая и вторая программы обеспечивают эффект «бегущего огня», остальные программы — более сложные эффекты. Число программ, которые можно реализовать с помощью данного устройства, велико, и это открывает простор для фантазии оператора. Следует также помнить, что изменение скорости переключения гирлянд открывает широкие возможности для получения различных световых эффектов.

Суммарная мощность ламп, переключаемых устройством, может быть увеличена до 1500 Вт, при этом диоды VD6 — VD9 должны быть установлены на радиаторы площадью 40...50 см² каждый.

Если в распоряжении радиолюбителя имеются симметричные тиристоры (симисторы) серии КУ208Г, их также можно использовать для управления лампами гирлянд. Подключать симисторы следует в соответствии со схемой, представленной на рис. 3 (изображена схема только одного канала, остальные — аналогичные). Сопротивления резисторов R21 — R24 (см. рис. 1) в этом случае необходимо увеличить до 1...3 кОм. Транзисторы КТ605А можно заменить на КТ605Б, КТ940А; диодные мосты VD6 могут быть КЦ402, КЦ405 с буквами А, Б, Ж.

Второй вариант симисторного узла коммутации представлен на рис. 4. Его отличие от предыдущего в том, что транзисторные ключи VT2 — VT5 с резисторами R21 — R24 (см. рис. 1) заменены инвертирующими логическими элементами микросхемы DD7 (резисторы

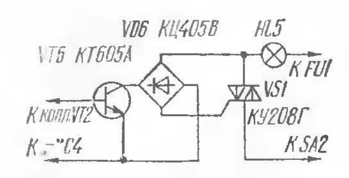



*Рис. 3.* Коммутация ламп симистором

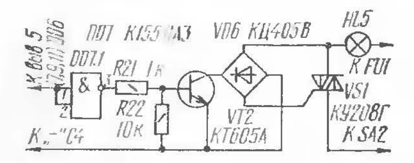



*Рис. 4.* Второй вариант коммутации ламп симистором

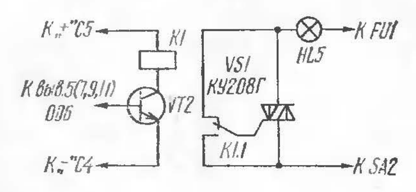



*Рис. 5.* Схема коммутации ламп с применением реле и симистора

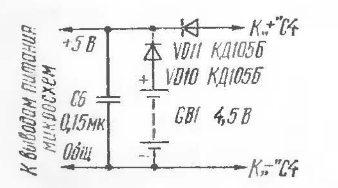



*Рис. 6.* Схема аварийного питания микросхем от батареи

R17 — R20 в схеме рис. 1 при этом сохраняются). Такое схемное решение несколько упрощает конструкцию.

Узел управления симисторами можно сделать еще более простым, если использовать электромагнитные реле (рис. 5). Обмотки реле, как видно из схемы, включены вместо резисторов R21 — R24. В переключателе могут работать любые реле, срабатывающие от напряжения 8...12 В при токе до 100 мА, например РЭС10 (паспорта РС4.524.303, РС4.524.312), РЭС15 (паспорта РС4.591.003, РС4.591.004, РС4.591.006), РЭС47 (паспорта РФ4.500.409, РФ4.500.419), РЭС49 (паспорт РС4.569.424). Помимо простоты, это схемное решение имеет еще преимущество — обеспечивается гальваническая развязка низковольтной части устройства от питающей сети, что увеличивает безопасность пользования переключателем. Недостатком же является меньший срок службы, вызванный износом контактов реле.

И в заключение — еще одна рекомендация. При выключении напряжения питающей сети (даже кратковременном — несколько секунд) разрушается программа, записанная в микросхему памяти. Поэтому целесообразно предусмотреть аварийное переключение питающих цепей микросхем устройства на питание от гальванической батареи или аккумулятора. Схема, позволяющая реализовать это, показана на рис. 6.

В нормальном режиме микросхемы переключателя питаются от выпрямителя, и ток протекает через диод VD11. Диод VD10 при этом закрыт, поскольку к нему приложено небольшое (0,5...1 В) обратное напряжение. При отключении питающей сети закрывается диод VD11, но открывается диод VD10, и микросхемы запитываются от батареи GB1. Конденсатор С6 гасит импульсы напряжения, которые возникают в моменты переключения питания с сетевого на батарейное и наоборот, и таким образом повышает помехоустойчивость устройства. Диоды VD10, VD11 могут быть любого типа, допускающие ток не менее 300 мА (например, подойдут Д226, КД105 с любыми буквами). Батарея GB1 — 3336Л. При использовании в переключателе этого узла следует обратить внимание на выходное напряжение выпрямителя: оно должно составлять 5...5,5 В (но не менее 5 В), в противном случае может происходить постоянная разрядка батареи GB1. Продолжительность питания от батареи зависит от ее емкости. При длительных пропаданиях напряжения в сети (более 15...20 мин) такое аварийное питание нецелесообразно, поскольку лампы гирлянд все равно не работают, а новую программу можно набрать всего лишь за 3...5 мин.

## Литература

1. Мальцева Л. А. и др. Основы цифровой техники.— М.: Радио и связь, 1986, с. 128.
2. Панченко Д. «Бегущие огни» с расширенными возможностями / В помощь радиолюбителю, вып. 94.— М.: ДОСААФ, 1986, с. 63—67.
3. Золотарев А. и др. Многофункциональный автомат световых эффектов / В помощь радиолюбителю, вып. 95.— М.: ДОСААФ, 1986, с. 52—62.
4. Карапетьянц К. «Бегущие огни» из четырех гирлянд.— Радио, 1983, № 11, с. 53—54.
5. Казлаускас Р. Автомат световых эффектов.— Радио, 1982, № 11, с. 55.

6. Казакявичус С. Комбинированный переключатель елочных гирлянд / В помощь радиолюбителю, вып. 82.— М.: ДОСААФ, 1983, с. 76—79.
7. Хмельнов С. Шестифазный переключатель гирлянд / В помощь радиолюбителю, вып. 88.— М.: ДОСААФ, 1985, с. 71—73.
8. Желюк О. Программируемый переключатель гирлянд.— Радио, 1986, № 11, с. 55—56.

# ТЕЛЕВИДЕНИЕ

## СОВЕТЫ ЛЮБИТЕЛЯМ ДАЛЬНЕГО ПРИЕМА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

**В. Никитин**

**Несмотря на то что к началу 12-й пятилетки более 92 % населения страны охвачено телевизионным вещанием, интерес к дальнему приему телевидения не ослабевает, что подтверждается большим количеством писем, поступающих в Письменную радиотехническую консультацию Центрального радиоклуба СССР, с вопросами на эту тему. Сегодня телезритель уже не удовлетворяется приемом одной телевизионной программы. Помимо первой общесоюзной программы хочется принимать также вторую и местную республиканскую. Многие хотят принимать передачи из соседней союзной республики. Вопросам достижения дальнего приема телевидения и посвящена эта статья.**

В первую очередь необходимо четко разграничить уверенный и случайный прием. Уверенным называется прием передач определенного передатчика, который осуществляется независимо от условий погоды, солнечной активности, времени года, суток и других факторов. Случайный прием зависит от перечисленных факторов и возможен лишь при благоприятно сложившихся условиях.

Уверенный прием телевидения обеспечивается за счет распространения прямой или, как говорят, «земной» волны вдоль поверхности Земли. Ультракороткие волны, используемые в телевидении, распространяются прямолинейно и почти не отражаются ионосферой. Поэтому максимально возможная дальность приема должна определяться расстоянием прямой видимости передающей антенны из точки, где установлена приемная антенна. Исходя из сферической формы поверхности Земли, расстояние прямой видимости должно равняться

$$D = 3{,}57\ (\sqrt{H} + \sqrt{h}),$$

где D — расстояние прямой видимости в км; H — высота передающей антенны в м; h — высота приемной антенны в м (рис. 1).

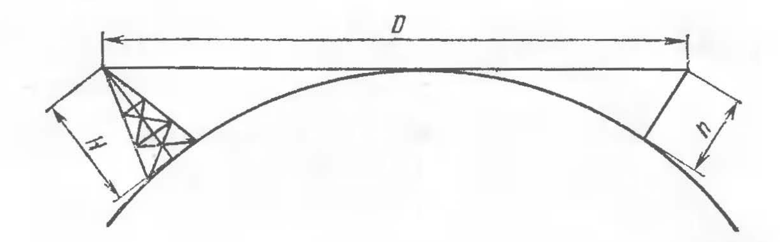



*Рис. 1.* Прямая видимость между приемной и передающей антеннами

В действительности уверенный прием телевизионных передач оказывается возможным на большем расстоянии, чем расстояние прямой видимости, за счет некоторого огибания распространяющимся сигналом земной поверхности, а также за счет переотражения сигнала различными местными предметами. Область, в пределах которой оказывается возможен уверенный прием, можно разбить на две зоны: зону прямой видимости и зону полутени. В зоне прямой видимости уверенный прием возможен с помощью обычных антенн. В зоне полутени напряженность поля сигнала мала, что вынуждает для уверенного приема использовать высокоэффективные антенны. При достаточно большой мощности передатчика на равнинной местности зона полутени ограничена расстоянием 200...220 км от передатчика, работающего на 1—5-м каналах, 120...150 км от передатчика, работающего на 6—12-м каналах, а для дециметрового диапазона зоны полутени практически не существует. Указанные границы не являются резкими, значительно размыты и очень приближенны, так как не учитывают фактического рельефа местности. При наличии горных преград даже вблизи передатчика уверенный прием может оказаться невозможным. На ровной же местности за границей зоны полутени уровень напряженности поля равен нулю и уверенный прием также оказывается невозможен даже при использовании высокоэффективных антенн.

В отличие от уверенного приема случайный прием иногда наблюдается на расстояниях в несколько тысяч километров и поэтому называется сверхдальним приемом. Сверхдальний прием связан с аномальными состояниями ионосферы, наблюдается крайне редко, как правило, только на 1—2-м каналах. Сеансы его непродолжительны — от нескольких минут до нескольких часов — и совершенно не поддаются прогнозу. Ориентироваться на сверхдальний прием нет смысла.



Основной характеристикой телевизора, которая определяет возможность дальнего приема, является чувствительность. Чем меньше значение чувствительности, тем дальнобойнее приемник. Однако существует несколько понятий чувствительности, что вносит путаницу, если не понимать различия между ними или не указывать, о какой чувствительности идет речь.

Чувствительность, ограниченная усилением,— это минимальное напряжение сигнала на входе телевизора, при котором обеспечивается номинальный уровень сигнала на модуляторе кинескопа. Номинальным уровнем принят размах напряжения, соответствующий уровням белого и черного на экране. Чувствительность, ограниченная синхронизацией,— это минимальное напряжение сигнала на входе телевизора, при котором еще достигается устойчивая синхронизация изображения. Наконец, чувствительность, ограниченная шумами,— это минимальное напряжение сигнала на входе телевизора, при котором обеспечивается номинальный уровень сигнала на модуляторе кинескопа при его превышении над уровнем шумов на 20 дБ (т. е. в 10 раз по напряжению). Во всех случаях имеется в виду чувствительность канала изображения.

Видно, что чувствительность, ограниченная усилением, характеризует лишь коэффициент усиления приемно-усилительного тракта. Чем больше коэффициент усиления, тем меньше (т. е. лучше) чувствительность, ограниченная усилением. Отсюда путем простого увеличения количества усилительных каскадов можно достичь как угодно малого значения чувствительности, ограниченной усилением. Это приводит к наиболее распространенному заблуждению, когда в условиях дальнего приема пытаются его улучшить за счет использования различных усилительных приставок. Чувствительность, ограниченная усилением, отнюдь не характеризует возможность приема слабых сигналов телевизионным приемником, так как не учитывает влияние собственных шумов телевизионного приемника. Шум каждого каскада усиливается последующими каскадами наравне с сигналом. Наиболее сильно усиливается шум первого каскада, так как он усиливается всеми каскадами. Если уровень шумов на выходе приемника разделить на его коэффици-

ент усиления, получится уровень шумов, приведенный ко входу этого приемника. Наиболее важен уровень шумов первого каскада приемника, а шумами последующих каскадов можно пренебречь. Очевидно, что напряжение шумов, приведенных ко входу приемника, не зависит от количества каскадов и от коэффициента усиления приемного тракта. Чем больше коэффициент усиления тракта, тем меньшее напряжение сигнала нужно подать на вход приемника, чтобы получить на выходе номинальный сигнал, и тем лучше (меньше) чувствительность, ограниченная усилением. Однако ясно, что при подаче на вход приемника сигнала, меньшего по уровню, чем напряжение шумов, приведенных ко входу, такой слабый сигнал будет забит шумами. На экране телевизора при этом изображения не получится, а будут видны лишь шумы в виде хаотических мерцающих белых и черных точек. В таком случае говорят, что на экране виден снег. Чтобы получить изображение на экране, напряжение сигнала должно превышать напряжение шумов. Чем больше напряжение сигнала на входе телевизора по сравнению с напряжением шумов, приведенных ко входу, тем качество изображения будет лучше. Для оценки соотношения между напряжением сигнала и напряжением шумов принято брать их отношение.

Чувствительность, ограниченная шумами, учитывает наличие собственных шумов телевизионного приемника и характеризует его способность принимать слабые сигналы, то есть работать в условиях дальнего приема. Чувствительность, ограниченная шумами, измеряется при определенном отношении сигнал/шум, равном 10 на модуляторе кинескопа. В связи с тем что в телевидении кроме несущей частоты изображения передается только одна боковая полоса частот, а вторая боковая подавляется, коэффициент усиления сквозного тракта для сигнала в два раза меньше, чем для шумов. Поэтому для получения на выходе приемника отношения сигнал/шум, равного 10, на входе приемника это отношение должно быть равно 20. Указанное отношение сигнал/шум при определении чувствительности принято условно, так как оно соответствует очень плохому качеству изображения, обеспечивается лишь разборчивость крупных деталей. Для получения изображения хорошего качества отношение сигнал/шум на входе телевизора



должно быть не менее 100. Таким образом, если известно, что чувствительность, ограниченная шумами, для какого-то телевизора составляет, например, 70 мкВ, подача на антенный вход этого телевизора такого сигнала обеспечит лишь получение разборчивого изображения плохого качества. Для получения же хорошего изображения напряжение сигнала на входе телевизора должно быть в 5 раз больше, то есть 350 мкВ.

Сравнивая значения чувствительности, ограниченной шумами, для разных типов телевизоров, можно выбрать такой тип телевизора, который наиболее подходит для условий дальнего приема, то есть имеет минимальное значение чувствительности.

Для нормальной работы всей схемы телевизора он должен иметь запас усиления. Поэтому обычно чувствительность, ограниченная усилением, имеет меньшее значение, чем чувствительность, ограниченная шумами. Чувствительность, ограниченная синхронизацией, представляет собой промежуточную величину и гарантирует лишь устойчивую синхронизацию без учета качества изображения. Поэтому ее значение не может быть положено в основу определения пригодности телевизора для работы в условиях дальнего приема.

Следует учесть, что если не указано, о какой чувствительности телевизора идет речь, нужно понимать чувствительность, ограниченную усилением. Сравнивать между собой телевизоры по этой характеристике для определения их пригодности для дальнего приема нельзя.

Все разработанные после 1979 г. черно-белые и цветные стационарные и переносные телевизоры обладают чувствительностью, ограниченной шумами, в диапазонах метровых волн — 100 мкВ, а в диапазонах дециметровых волн — 140 мкВ. Согласно ГОСТу эти значения являются предельными, фактическая чувствительность может быть лучше. Телевизоры, разработанные ранее 1979 г. и еще имеющиеся в продаже, могут иметь другие значения чувствительности. Худшей чувствительностью, ограниченной шумами,— 150 мкВ в диапазонах МВ и 500 мкВ в диапазонах ДМВ — обладают телевизоры типа УПИМЦТ-61-II, в названия которых входят индексы Ц-201 и Ц-202. Эти телевизоры менее пригодны для дальнего приема.

3 8—1568

Из определения чувствительности, ограниченной шумами, видно, что она определяется уровнем собственных шумов телевизионного приемника, приведенным к его входу. Уровень шумов определяется в основном конструкцией первого каскада усиления в селекторе каналов, типом и режимом лампы или транзистора, которые используются в этом каскаде. Для современных селекторов каналов напряжение шумов на входе составляет примерно 5 мкВ в диапазонах МВ и 7 мкВ в диапазонах ДМВ. Отсюда и получается чувствительность, равная 100 и 140 мкВ (в 20 раз больше уровня шумов). По этой причине улучшение чувствительности, ограниченной шумами, может быть достигнуто исключительно путем снижения уровня собственных шумов, приведенного к входу, но не за счет увеличения коэффициента усиления приемного тракта заменой в нем ламп, транзисторов или использованием каких-либо усилительных приставок.

Радикальных мер уменьшения уровня собственных шумов телевизионного приемника без ухудшения качества изображения в настоящее время не имеется. Используемые в первых каскадах селекторов каналов СВЧ транзисторы ГТ346А имеют коэффициент шума при внутреннем сопротивлении источника сигнала 75 Ом, равный 7 дБ. Это — наименее шумящие из отечественных транзисторов p-n-p структуры. Если использовать в первом каскаде селектора каналов зарубежный транзистор типа AF251 с коэффициентом шума 4,8 дБ, уровень шумов уменьшится на 2,2 дБ, и чувствительность телевизора, ограниченная шумами, сможет быть улучшена до 80/110 мкВ. Однако приобретение малошумящих транзисторов зарубежного производства представляет собой трудновыполнимую задачу.

Значительно проще решается вопрос, если в целях улучшения чувствительности допустить некоторое ухудшение четкости изображения по горизонтали за счет сужения полосы пропускания. В условиях дальнего приема паспортная четкость изображения телевизора не реализуется, так как малоконтрастное изображение поражено интенсивной шумовой помехой. Как известно, четкость по горизонтали пропорциональна полосе пропускания приемно-усилительного тракта, а напряжение собственных шумов пропорционально корню квадратному из полосы пропускания. Если сузить полосу пропус-



кания в 2 раза, четкость ухудшится также в 2 раза, до 250 элементов, что в условиях дальнего приема можно считать вполне приемлемым, а уровень собственных шумов уменьшится на 3 дБ, что соответствует улучшению чувствительности до 70/100 мкВ. При этом качество изображения субъективно улучшается за счет двух факторов: ослабления шумовой помехи и увеличения контрастности (так как сужение полосы пропускания приводит к увеличению коэффициента усиления тракта).

Проще всего сузить полосу пропускания можно путем увеличения сопротивлений нагрузки видеодетектора и видеоусилителя. В телевизорах УЛПТ-61-II-22 и УЛПТ-61-II-28 увеличивают сопротивления резисторов 3-R42 и 3-R47, в телевизорах УЛТ-50-III-2 и ЗУЛПТ-50-III-I — 2-R13 и 2-R22, в телевизорах 2УПИТ-61-II-1/2 и УСТ-61-3/4 — R25 и R26. В телевизорах цветного изображения с блоками радиоканала БРК-1, 2, 3 можно увеличить сопротивление резистора R65 в этих блоках, однако сужение полосы пропускания в цветном телевизоре может привести к пропаданию цветности, и изображение будет воспроизводиться черно-белым. Не следует стремиться к чрезмерному увеличению сопротивлений указанных резисторов, особенно в каскадах видеоусилителя, во избежание нарушения нормальных режимов электронных ламп и транзисторов. Можно считать допустимым увеличение сопротивлений нагрузки видеодетектора примерно в 2 раза и сопротивлений нагрузки видеоусилителя в 1,2 раза. При этом изменение режима оказывается в пределах допуска, а полоса пропускания сужается примерно в 2 раза.

Очевидно, что для получения на экране телевизора изображения, на его антенный вход необходимо подать сигнал, уровень которого должен быть выше чувствительности данного телевизионного приемника, ограниченной шумами. От того, насколько уровень сигнала будет превышать чувствительность, зависит качество изображения. Если нет возможности воздействовать на чувствительность для ее значительного улучшения, нужно постараться увеличить уровень сигнала на антенном входе телевизора, чтобы он оказался больше значения чувствительности. Чем определяется уровень сигнала на входе телевизионного приемника? В первую очередь уровнем напряженности электромагнитного поля в той точке пространства, в которой находится приемная

3*

антенна, коэффициентом усиления этой антенны, ее действующей длиной и, наконец, затуханием сигнала в фидере, которым антенна соединена с телевизором. Конечно, антенна должна быть хорошо согласована с фидером, а фидер — с телевизором, иначе появятся дополнительные ослабления сигнала за счет его отражения и излучения обратно в пространство.

Напряженность поля в точке приема зависит от мощности передатчика, расстояния до этого передатчика, рельефа местности на трассе, затухания сигнала в атмосфере. Радикально воздействовать на уровень напряженности поля в точке приема нет возможности. Но обычно имеется выбор места расположения антенны, и можно, проделав несколько экспериментов, выбрать оптимальное положение антенны на крыше здания и высоту ее расположения, соответствующие максимальному уровню сигнала на входе телевизора. Действующая длина антенны зависит исключительно от длины волны принимаемого сигнала, то есть от номера канала: чем меньше длина волны (чем больше номер канала), тем меньше действующая длина антенны. Таким образом, в целях увеличения уровня сигнала на входе телевизора остается возможность воздействия на коэффициент усиления антенны и затухание сигнала в фидере.

Коэффициент усиления антенны показывает, во сколько раз напряжение сигнала на выходе данной антенны превышает напряжение сигнала на выходе полуволнового вибратора, помещенного в ту же точку электромагнитного поля. Коэффициент усиления может также выражаться в децибелах. Чем больше коэффициент усиления антенны, тем больше будет напряжение сигнала на входе телевизора при прочих равных условиях. Поэтому в условиях дальнего приема необходимо использовать антенны с большим коэффициентом усиления. Характерно, что увеличение коэффициента усиления антенны не приводит к увеличению уровня шумов. Если улучшение чувствительности телевизионного приемника, ограниченной шумами, и выбор оптимального расположения антенны позволяют лишь в небольших пределах улучшить прием, то использование высокоэффективной антенны может привести к увеличению уровня сигнала во много раз. Таким образом, выбор антенны является решающим фактором при дальнем приеме.



И чем более высокочастотный сигнал необходимо принимать (чем больше номер канала), тем больше должен быть коэффициент усиления антенны. Это связано с тем, что действующая длина антенны пропорциональна длине волны сигнала. Поэтому при одинаковой напряженности поля двух сигналов, например 1-го и 12-го каналов, и использовании однотипных антенн с одинаковым коэффициентом усиления напряжение сигнала на выходе антенны 12-го канала окажется в 4,3 раза меньше, чем на выходе антенны 1-го канала. Только по этой причине для получения одинакового напряжения сигнала на входе телевизора коэффициент усиления антенны 12-го канала должен быть больше коэффициента усиления антенны 1-го канала в 4,3 раза по напряжению, что соответствует 12,7 дБ. В дециметровом диапазоне необходимость использования антенн с повышенным коэффициентом усиления по этой причине еще больше возрастает.

В том частотном диапазоне, который отведен для телевидения, используются различные типы высокоэффективных антенн. В профессиональной аппаратуре (радиосвязь, радиолокация и т. п.) предпочтение обычно отдается многоэлементным антеннам типа «Волновой канал». В любительских же условиях применение таких антенн нецелесообразно по следующим причинам. Многоэлементные антенны нуждаются в тщательной настройке, которая производится путем изменения размеров каждого элемента антенны и расстояний между ними. Настройка производится в полигонных условиях по приборам при контроле формы диаграммы направленности антенны, величины и характера ее входного сопротивления. Произвести такую настройку антенны радиолюбитель не в состоянии. Многоэлементная антенна, даже в том случае, если она выполнена точно по чертежам, оказывается расстроенной, подобно тому как оказывается расстроен многоконтурный радиоприемник сразу после сборки. В результате такой расстройки параметры антенны получаются значительно хуже паспортных, и положительного эффекта такая антенна не дает. У расстроенной антенны искажается форма и расширяется главный лепесток диаграммы направленности, увеличиваются боковые и задний ее лепестки, что приводит к уменьшению коэффициента усиления. Максимум главного лепестка диаграммы отклоняется от геомет-

рической оси антенны. Кроме того, чтобы антенна была согласована с фидером, ее входное сопротивление должно быть чисто активным и равняться волновому сопротивлению фидера. У расстроенной антенны входное сопротивление имеет комплексный характер и содержит реактивную составляющую, а активная составляющая значительно отличается от номинального значения. Профессиональная аппаратура обычно содержит специальные блоки для контроля за согласованием антенны с фидером. Телевизионный приемник таких блоков не содержит. В результате рассогласования дополнительно теряется часть энергии сигнала, что приводит к уменьшению напряжения сигнала на выходе антенны и равносильно уменьшению ее коэффициента усиления. Чем больше элементов содержит антенна типа «Волновой канал», тем острее встает вопрос о необходимости ее настройки. Практика показывает, что удовлетворительно могут работать без настройки лишь трехэлементные антенны типа «Волновой канал». Однако коэффициент усиления трехэлементной антенны по напряжению не превышает 2,2 (около 6,8 дБ), что слишком мало для дальнего приема. Пятиэлементная антенна имеет коэффициент усиления 2,8 (около 9 дБ), но из-за неизбежной расстройки на практике она дает такой же результат, что и трехэлементная антенна. Теоретически коэффициент усиления по напряжению 11-элементной антенны типа «Волновой канал» составляет 4 (около 12 дБ). Но такое усиление соответствует лишь настроенной и согласованной с фидером антенне. Из-за большого количества элементов расстройка такой антенны после ее сборки оказывается значительной, что приводит также к значительному ухудшению ее эффективности как благодаря падению фактического коэффициента усиления, так и за счет сильного рассогласования антенны с фидером. Этими причинами объясняются частые неудачи радиолюбителей, пытавшихся за счет использования многоэлементных антенн добиться улучшения телевизионного приема в условиях слабого сигнала. Вызывает сожаление, что, несмотря на многократные публикации изложенного, многие авторы статей и книг продолжают рекомендовать радиолюбителям использование многоэлементных антенн в условиях дальнего приема телевидения, по-видимому, основываясь исключительно на теоретических предпосылках.



В связи с тем что в настоящее время значительная часть территории страны охвачена двух- и даже трехпрограммным телевизионным вещанием, при выборе приемной антенны весьма заманчивым представляется возможность использования широкодиапазонной антенны, что позволило бы одной антенной обеспечить прием двух или трех телевизионных программ по разным каналам. Такие антенны существуют, например зигзагообразные и логопериодические антенны. Однако их использование возможно лишь в зоне прямой видимости, так как коэффициент усиления сравнительно мал. Если же передатчики расположены в разных направлениях, широкодиапазонную антенну приходится устанавливать на поворотной мачте и каждый раз при переходе с приема одной программы на другую переориентировать. При этом за счет неточной ориентировки антенны сигнал дополнительно ослабляется. В зоне полутени при необходимости принимать несколько программ по разным каналам необходимо устанавливать раздельные узкополосные антенны. Две раздельные антенны можно подключить к общему фидеру с помощью разделительного фильтра. Если же количество антенн больше двух, дополнительная коммутация может осуществляться контактами электромагнитного реле, установленного вблизи антенн, управление которым производится дистанционно, тумблером, установленным у телевизора. При этом питание обмотки реле может поступать от телевизора по тому же фидеру без использования дополнительных проводов.

В радиолюбительских условиях для дальнего приема телевизионных передач хорошо зарекомендовали себя синфазные системы, состоящие из нескольких сравнительно простых антенн. Две антенны, расположенные одна над другой, образуют двухэтажную систему, которая характеризуется суженной диаграммой направленности в вертикальной плоскости. Четыре антенны могут образовать двухэтажную двухрядную систему с суженной диаграммой в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Сужение диаграммы направленности соответствует увеличению коэффициента усиления. Каждое удвоение количества антенн в синфазной системе соответствует увеличению коэффициента усиления на 3 дБ (в 1,41 раза по напряжению) только за счет суммирования сигналов, принятых каждой антенной. Дополни-

тельно, за счет сужения диаграммы направленности, коэффициент усиления увеличивается примерно еще на 1 дБ при каждом удвоении количества антенн в системе.

Использование в составе синфазной системы сравнительно простых антенн позволяет получить большой коэффициент усиления без необходимости настройки антенн. Необходимо лишь обеспечить согласование системы с фидером, что легко выполняется, поскольку значения входного сопротивления простых антенн известны и мало зависят от настройки антенны. Таким образом, наращивая количество антенн в системе, можно неограниченно увеличивать коэффициент усиления. Это часто оказывается необходимо в диапазоне ДМВ, где при прочих равных условиях напряжение сигнала на выходе антенны значительно меньше, чем в диапазоне МВ, из-за уменьшения длины волны. Вместе с тем, благодаря малым размерам антенн этого диапазона увеличение их количества в системе легко выполнимо и не приводит к чрезмерным габаритам системы.

Наибольшее распространение среди любителей дальнего приема телевидения нашли синфазные системы, собранные из двухэлементных и трехэлементных рамочных антенн «Двойной квадрат» и «Тройной квадрат». Двухэлементные рамочные антенны обычно используются в диапазонах МВ, а трехэлементные — в диапазонах ДМВ. По данным некоторых авторов, двухэтажная двухрядная синфазная система, собранная из четырех двухэлементных рамочных антенн, обладает коэффициентом усиления по напряжению порядка 6—8 (16... 18 дБ), а такая же система из трехэлементных рамочных антенн — 11—13 (21...23 дБ). Достичь такого усиления с помощью многоэлементной антенны типа «Волновой канал» невозможно, так как даже коэффициент усиления 16-элементной антенны «Волновой канал» не превышает 14 дБ, да и то, если она тщательно настроена и согласована с фидером.

Следует предостеречь от частых попыток сборки синфазных систем из нескольких широкодиапазонных антенн. Таким путем пытаются достичь высокого коэффициента усиления при широкополосности антенны, для того чтобы в условиях дальнего приема иметь возможность одной антенной системой принимать передачи нескольких программ по разным каналам. Такие попытки, как правило, оказываются безуспешными, так как не



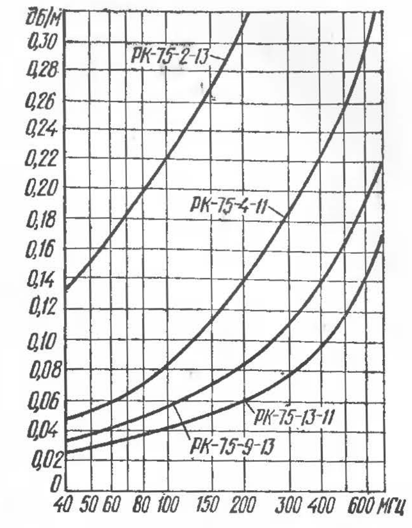



*Рис. 2.* Графики затухания сигнала в высокочастотном кабеле

удается согласовать антенну в диапазоне частот. Элементы согласования обычно содержат резонансные узлы в виде полуволновых и четвертьволновых отрезков кабеля, выполняющих свои функции только на определенной частоте. В широком диапазоне частот они работать не могут. Не дают также успеха попытки сборки синфазных систем из нескольких многоэлементных антенн «Волновой канал». Из-за того, что антенны расстроены по-разному, фазы напряжений сигнала на их выходах также оказываются различными, и синфазного сложения их не получается, а порой вместо сложения происходит вычитание.

При дальнем приеме антенна устанавливается на высокой мачте и соединяется с телевизором длинным фидером. Чем длиннее фидер, тем большее затухание он вносит и тем меньше напряжение сигнала на входе телевизора. Для фидера наиболее распространен кабель марки РК-75-4-11, обладающий погонным затуханием 0,07 дБ/м на 1—5-м каналах, 0,13 дБ/м на 6—12-м каналах, 0,25—0,37 дБ/м на 21—60-м каналах. Графики погонного затухания разных марок кабеля приведены на рис. 2. Если при длине фидера 50 м затухание сигнала на 1—5-м каналах невелико (3,5 дБ), то на 33-м канале оно достигает 15 дБ, что соответствует уменьшению напряжения сигнала почти в 6 раз. Для компенсации затухания сигнала в фидере используют антенный усилитель, установленный на мачте около антенны. Это позволяет обеспечить поступление на вход антенного усилителя сигнала, который еще не ослаблен за счет прохождения по длинному фидеру. При этом сохраняется высокий уровень отношения сигнал/шум на входе антенного усилителя и на антенном входе телевизионно-

го приемника. В этом состоит принципиальное отличие от случая, когда антенный усилитель устанавливается около телевизора и никакого полезного эффекта не дает. Антенный усилитель потому и называется антенным, что должен устанавливаться около антенны, а не около телевизора. Коэффициент усиления антенного усилителя должен быть по крайней мере таким же, как величина затухания сигнала в фидере, лучше — на 5... 10 дБ больше. Тогда уровнем собственных шумов телевизионного приемника можно будет пренебречь, и качество изображения будет определяться исключительно отношением сигнал/шум на входе антенного усилителя.

Отечественной промышленностью выпускается несколько типов антенных усилителей. Наибольшее распространение в настоящее время имеют усилители УТДИ-I-III (усилитель телевизионный диапазонный индивидуальный на частоты I-III диапазонов) метровых волн. Усилители содержат встроенный блок питания и рассчитаны на питание от сети переменного тока напряжением 220 В. Коэффициент усиления их не менее 12 дБ, а уровень собственных шумов несколько меньше, чем у телевизионных приемников. Выпускаются также одноканальные антенные усилители типа УТКТИ, рассчитанные на усиление сигнала одного определенного канала, номер которого указан в конце обозначения типа усилителя. Коэффициент усиления усилителей УТКТИ-1 — УТКТИ-5 не менее 15 дБ, а УТКТИ-6 — УТКТИ-12 не менее 12 дБ. Антенные усилители для дециметровых диапазонов индивидуального пользования промышленностью пока не выпускаются. Поэтому при необходимости можно рекомендовать любительские конструкции. Описание одного из таких усилителей приведено в журнале «Радио», 1983, № 6, с. 57. Он рассчитан на усиление сигнала в диапазоне 27—37-го каналов и обладает усилением 18 дБ. Описание другого усилителя на 21—43-й каналы с коэффициентом усиления 18—20 дБ помещено в сборнике «В помощь радиолюбителю», вып. 70, с. 9—15.

Необходимость в использовании длинного фидера иногда возникает в условиях закрытой местности, когда телевизор расположен в ложбине. Если антенну установить на вершине ближнего холма, уверенный прием будет обеспечен, но длина соединительного фидера окажется порядка 100...200 м. Даже на частоте 1-го канала при длине фидера 200 м затухание сигнала в нем составит 14 дБ. И в этом случае установка антенного усилителя около антенны позволит скомпенсировать затухание сигнала. Если усиления одного усилителя недостаточно, можно включить два усилителя последовательно один за другим, разместив их равномерно по длине фидера.

Нужно также обратить внимание на возможность использования в качестве фидера коаксиальных кабелей различных марок. Кабель РК-75-9-13 обладает меньшим погонным затуханием, чем кабель РК-75-4-11. Особенно это заметно в диапазонах ДМВ: на частоте 60-го канала кабель РК-75-9-13 вносит затухание примерно в три раза меньше по напряжению, чем кабель РК-75-4-11. Таким образом, за счет использования лучшего кабеля при его большой длине можно поднять уровень сигнала на входе телевизора в несколько раз.

Так как при покупке кабеля обычно нет возможности определить его марку, можно руководствоваться тем, что чем больше диаметр кабеля, тем меньшее затухание он вносит. В качестве фидера всегда используется кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. Если марка кабеля и его волновое сопротивление неизвестны, его легко определить при наличии штангенциркуля, если кабель имеет сплошную полиэтиленовую изоляцию. Отношение наружного диаметра внутренней полиэтиленовой изоляции к диаметру центральной жилы у кабелей с волновым сопротивлением 75 Ом должно находиться в пределах от 6,5 до 6,9.

## Литература


Сотников С. К. Дальний прием телевидения.— М. : Энергия, 1968.
Ломозова Н. З., Сорокина Т. М. Прием телевидения в дециметровом диапазоне волн.— М. : Связь, 1971.
Айзенберг Г. З., Ямпольский В. Г. Пассивные ретрансляторы для радиорелейных линий.— М. : Связь, 1973.
Никитин В. А. Как добиться хорошей работы телевизора.— М. : ДОСААФ, 1988.

# ЗВУКО-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И ЦВЕТОМУЗЫКА

## КОМПРЕССОР АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

**Н. Шиянов**

В настоящее время широкое распространение находят устройства для изменения динамического диапазона аналоговых сигналов. Особенно интенсивно разрабатываются и используются компрессоры, предназначенные для сжатия динамического диапазона. Компрессоры стали неотъемлемой частью различных цветодинамических установок и в значительной мере определяют качество их работы [1]. Применение компрессоров в профессиональной и любительской радиосвязи дало возможность существенно улучшить разборчивость речевого сигнала в условиях помех, более эффективно использовать потенциальные энергетические возможности передатчика [2].

На основе компрессоров проектируют компандерные системы, предназначенные для повышения помехоустойчивости широко распространенных устройств для записи и воспроизведения звуковых сигналов. К подобным системам относятся, в частности, широко распространенные компандеры Долби, разрабатываемые также и в радиолюбительской практике [3].

Приведенными примерами не исчерпываются области применения компрессоров. Характерно, что сжатие динамического диапазона сигналов компрессорами обеспечивает существенный прирост показателей качества современной звукотехнической аппаратуры. Указанные особенности способствовали появлению новых классов радиоаппаратуры — звуковых процессоров, предназначенных для управления динамическими свойствами сигналов на основе использования компрессоров и экспандеров.



Названные процессоры имеют, как правило, несколько управляемых оператором параметров и позволяют существенно улучшить субъективное восприятие различных, особенно музыкальных, фонограмм.

Для управления динамическим диапазоном сигнала компрессор принципиально должен иметь в своем составе нелинейные элементы, например диоды, биполярные или полевые транзисторы. Наличие подобных элементов обусловливает появление в выходном сигнале нелинейных искажений. Причем, в большинстве известных компрессоров коэффициент гармонических искажений может доходить до 0,2...1,0 %. Указанные величины более чем на порядок превышают пороги восприятия нелинейных искажений и не удовлетворяют требованиям к современной высококачественной аппаратуре [4].

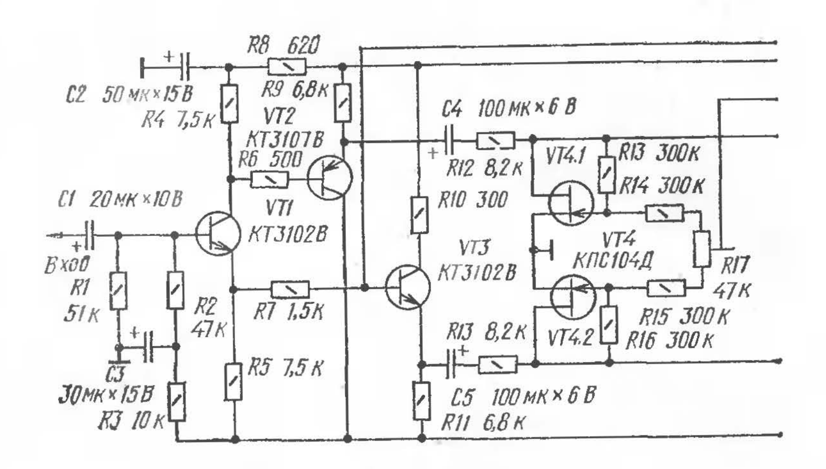
Коэффициенты комбинационных нелинейных искажений компрессоров обычно также близки к указанным выше значениям. Известные способы снижения искажений с помощью фильтрации сигнала не только приводят к схемотехническому усложнению компрессора, но и оказываются малоэффективными, поскольку лишь незначительно уменьшают комбинационные искажения.

В описываемом компрессоре в значительной степени устранены отмеченные выше недостатки.

**Технические характеристики компрессора**

| | |
|---|---|
| Полоса пропускания, Гц | 20 . . . $20 \cdot 10^3$ |
| Максимальные уровни входного и выходного сигналов, В | 1,0 |
| Входное сопротивление, кОм | 27 |
| Выходное сопротивление, кОм | 1,0 |
| Время установления, мс | 0,4 . . . 2,0 |
| Время восстановления, с | 0,5 . . . 3,0 |
| Коэффициент гармонических искажений при максимальном уровне входного сигнала, %, не более | 0,12 |

Принципиальная схема компрессора представлена на рис. 1. Входной фазоинвертирующий каскад компрессора выполнен по схеме с разделенной нагрузкой (R4, R5). Благодаря равенству сопротивлений указанных резисторов, напряжения сигналов на коллекторе и эмиттере транзистора VT1 близки друг к другу, а сдвиг фаз сигналов равен 180°. Фильтр нижних частот R3C3 необ-



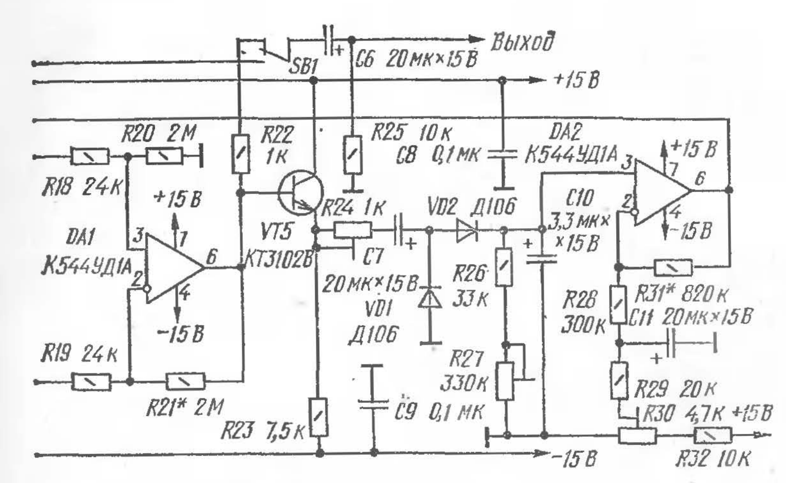




*Рис. 1.* Принципиальная схема компрессора

ходим для подавления помех и пульсаций, проникающих по цепи питания на вход каскада. При указанных значениях параметров схемы входное сопротивление каскада почти полностью определяется значениями сопротивлений резисторов R1, R2, R5.

Фазоинвертирующий входной каскад имеет неприемлемо большие выходные сопротивления, поэтому для его согласования с последующими каскадами использованы эмиттерные повторители напряжения на транзисторах VT2, VT3. Резисторы R6, R7 в базовых цепях транзисторов предотвращают возникновение самовозбуждения на высших частотах.

Совокупность усилительных каскадов на транзисторах VT1 — VT3 образует составную схему фазоинвертора, имеющего достаточно большое входное сопротивление и пренебрежимо малые (около 50...150 Ом) выходные сопротивления.

Противофазные сигналы с выходов фазоинвертора подаются через развязывающие конденсаторы C4, C5 на Г-образные управляемые аттенюаторы, выполненные на резисторах R12, R13 и полевых транзисторах VT4.1, VT4.2. Управляемые аттенюаторы совместно с операционным усилителем DA1 образуют дифференциальный симметричный управляемый усилитель, обладающий рядом важных преимуществ, описываемых ниже.

Регулировка коэффициента передачи управляемого



усилителя происходит за счет согласованного изменения сопротивления каналов полевых транзисторов VT4.1, VT4.2. Отрицательному смещению управляющего потенциала на затворах полевых транзисторов соответствует приращение коэффициента передачи усилителя.

Однако значение управляющего напряжения не является единственным фактором, определяющим сопротивление канала полевых транзисторов.

К эффекту модуляции сопротивлений каналов приводят также и колебания амплитуды сигнала, приложенного к стокам полевых транзисторов. Указанное явление обусловливает значительные нелинейные искажения. Для их снижения в схему управляемого усилителя введены цепи отрицательной обратной связи, выполненные на резисторах R13 — R16. Благодаря этому коэффициент гармонических искажений уменьшается приблизительно на порядок [5].

Дальнейшая минимизация продуктов нелинейных искажений достигается благодаря компенсации четных гармоник нелинейных искажений управляемого сигнала в операционном дифференциальном усилителе DA1.

Для получения наиболее полного эффекта компенсации принципиальная схема управляемого усилителя должна иметь высокую степень симметрии для информативного сигнала. Последнее обеспечивается за счет использования согласованной пары полевых транзисто-

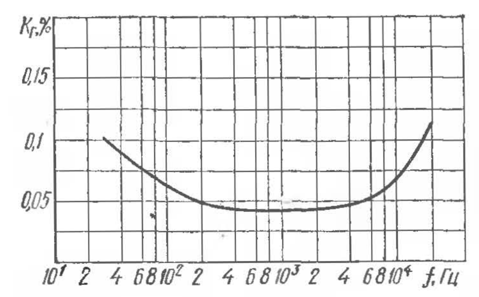



*Рис. 2.* Частотная зависимость коэффициента гармоник компрессора при максимальном уровне входного сигнала

ров VT4.1 и VT4.2, имеющих идентичные характеристики и достаточно большое напряжение отсечки, а также введения симметрирующих цепей. Дополнительное симметрирование схемы может быть достигнуто путем подстройки сопротивления резистора R20 по минимуму искажений.

Зависимость коэффициента гармонических искажений от частоты сигнала, имеющего эффективное значение 1 В, представлена на рис. 2.

Другое преимущество рассматриваемой схемы управляемого усилителя связано с возможностью подавления так называемых помех срабатывания. Исключение подобных помех, обусловленных автоматическим регулированием, является одной из основных проблем при разработке компрессоров. Помехи срабатывания возникают вследствие проникания сигнала управления через цепи управления коэффициентами передачи аттенюаторов на выход компрессора. Причем, при расширении спектра управляющего сигнала усиливается степень проникания по паразитным емкостным каналам, например междуэлектродным емкостям транзисторов. В дифференциальной схеме часть сигнала управления проникает через резисторы R12, R14, R18, R15, R16, R19 и проходные емкости полевых транзисторов на входы операционного усилителя DA1. Ввиду симметричности схемы и применения дифференциального включения операционного усилителя, помеха регулирования ослабляется более чем на два порядка и становится пренебрежимо малой.

Выходное напряжение операционного усилителя DA1 при указанном на схеме положении переключателя режима работы SA1 поступает на выход компрессора и выпрямитель, выполненный по схеме удвоения напряжения на диодах VD1, VD2. Поскольку выходное сопротивление развязывающего повторителя напряжения на



транзисторе VT5 и внутренние сопротивления прямосмещенных диодов достаточно малы, постоянная времени установления $\tau_у$ определяется значением сопротивления R24 зарядной цепи и емкостью конденсатора C10: $\tau_у = R24 \cdot C10$. Постоянная времени процесса восстановления $\tau_в$ равна

$$\tau_в = (R26 + R27) \cdot C10.$$

Выпрямленное напряжение поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя DA2. На инвертирующий вход этого усилителя подается постоянное опорное напряжение с движка подстроечного резистора R33, определяющее уровень выходного напряжения компрессора. Усиленная разность указанных напряжений является управляющим сигналом, который поступает через симметрирующие резисторы на затворы полевых транзисторов.

При изменении уровня входного сигнала компрессор работает следующим образом. В результате увеличения напряжения сигнала, подаваемого на вход компрессора, возрастает уровень сигнала на выходе дифференциального управляемого усилителя. При этом увеличиваются выпрямленное напряжение и значение управляющего напряжения, подаваемого на затворы полевых транзисторов. Последнее приводит к смещению рабочей точки на проходной характеристике полевых транзисторов вправо и уменьшению сопротивлений их каналов. Одновременно с этим снижается коэффициент передачи управляемого аттенюатора, что препятствует росту напряжения сигнала на выходе компрессора.

При уменьшении уровня входного сигнала процесс регулирования протекает аналогично описанному и приводит к увеличению коэффициента передачи управляемого аттенюатора. Амплитудная характеристика компрессора, иллюстрирующая рассмотренный процесс, показана на рис. 3.

Реальный сигнал, динамический диапазон которого подлежит сжатию, представляет собой достаточно сложный процесс, для высококачественной обработки которого компрессор должен иметь вполне определенные динамические свойства. Динамические характеристики компрессора удовлетворительно описываются временем установления $t_у$ и временем восстановления $t_в$ переходных процессов.

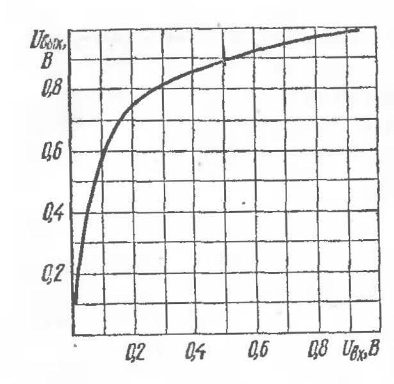



*Рис. 3.* Амплитудная характеристика компрессора

Для большинства источников звука время нарастания звучания превышает 5 мс [6]. Поэтому искажения огибающей сигнала будут незначительны, если время установления системы регулирования компрессора будет выбрано не более 1...2 мс.

Время восстановления выбирается так, чтобы сделать процесс автоматической регулировки возможно менее заметным на слух. Рекомендуемое время восстановления для большинства типов компрессоров составляет 0,5...4 с и уточняется экспериментально.

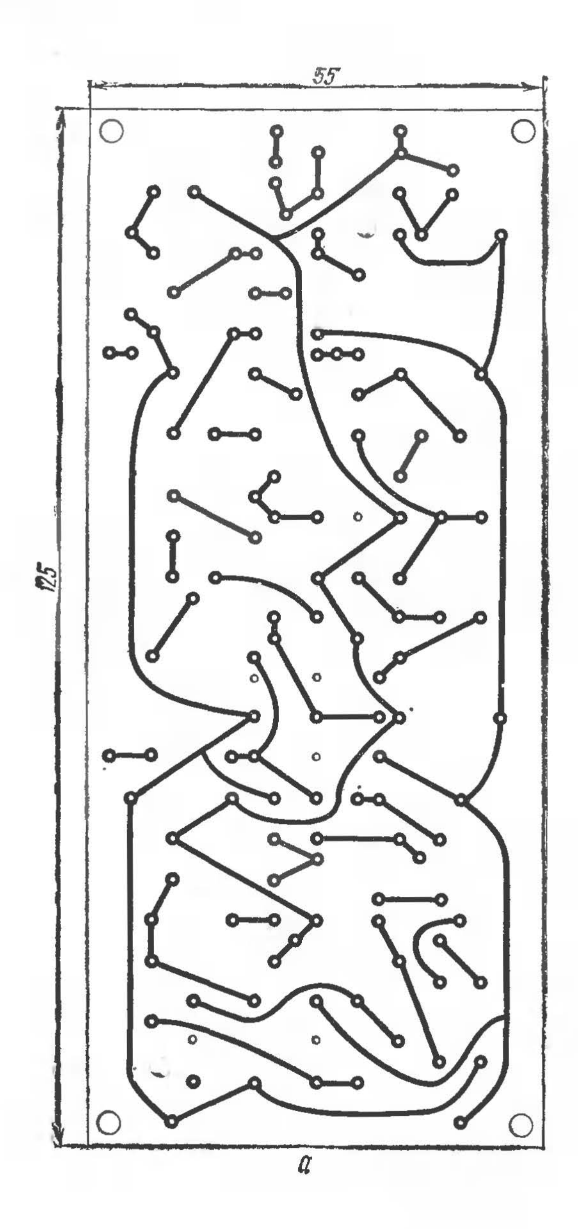
Время восстановления $t_в$ может быть рассчитано по известным параметрам схемы по формуле $t_в=2,3\tau_в$. Время установления $t_у$ не может быть найдено с помощью столь же простого соотношения, поскольку скорость процесса установления зависит также и от глубины обратной связи в петле регулирования. При малой глубине обратной связи (если выбрано малое усиление DA2) время установлеиия может быть оценено согласно соотношению $t_у \simeq 5\tau_у$ [7]. Реальные значения элементов разработанного компрессора обеспечивают в 5—10 раз меньшие времена установления. Для их экспериментального уточнения в схему введены подстроечные резисторы R24 и R27, предназначенные для изменения времен установления и восстановления в пределах 0,4...2,0 мс и 0,5...3 с соответственно. Выбранные пределы изменения названных параметров удовлетворяют большинству требований, возникающих в процессе практической эксплуатации компрессора.

Детали и конструкция. В схеме компрессора могут быть использованы постоянные резнсторы МЛТ-0,25, МЛТ-0,125 с допускаемыми отклонениями от номинала ±10 %. Подстроечные малогабаритные резисторы R17, R24, R27, R30 — типа СП3-38а, могут быть использованы также подстроечные резисторы СП3-44. В устройстве использованы оксидные конденсаторы К50-6, которые могут быть заменены на К50-3, К50-12, конденсаторы С8, С9 — КМ-5.

Полупроводниковые диоды Д106 могут быть заменены диодами серий КД503, КД521, КД522. Вместо указанных на схеме биполярных n-p-n транзисторов можно использовать транзисторы серий КТ342, КТ315. Транзисторы p-n-p структуры могут заменяться транзисторами серий КТ361, КТ349. Сдвоенные полевые транзисторы КПС104Д могут быть заменены на КПС104Г, а также на дискретные транзисторы КП302Д, подобранные по значениям напряжения отсечки и начальному току стока с погрешностью не более 10...15 %. Операционный усилитель 544УД1А (DA1) можно заменить на 544УД1Б, а 544УД1А (DA2) — на 544УД1Б, 140УД8А, 140УД8Б. Переключатель режима работы SA1 любого типа, например П2К. Элементы компрессора монтируются на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2,0 мм (рис. 4). Перемычки обозначены пунктиром и устанавливаются со стороны радиоэлементов. Оксидный конденсатор С6 монтируется на выводах кнопочного переключателя SB1.

Налаживание компрессора начинают с проверки правильности монтажа и напряжений питания. Для проверки работоспособности и настройки устройства на вход компрессора подают синусоидальный сигнал частотой 400...1000 Гц и напряжением около 1 В. На коллекторе и эмиттере транзистора VT1, а также эмиттерах VT2, VT3 должен наблюдаться неискаженный сигнал синусоидальной формы с напряжением, близким к 1 В. Постоянное напряжение на эмиттере VT1 должно находиться в пределах —(7...9) В.

Собранный из исправных элементов дифференциальный управляемый усилитель в настройке не нуждается. При указанном выше напряжении входного сигнала переменное напряжение на выходе DA1, а также эмиттере VT5 должно составлять 0,8...1,1 В, а на стоках полевых транзисторов около 5...15 мВ. С помошью подстроечного резистора R30 потенциал на выходе операционного усилителя DA2 устанавливается в пределах —(2...4,5) В при замкнутом на общую шину входе компрессора. Подача сигнала на вход устройства должна приводить к смещению указанного потенциала до значений —(0,5... 0) В.



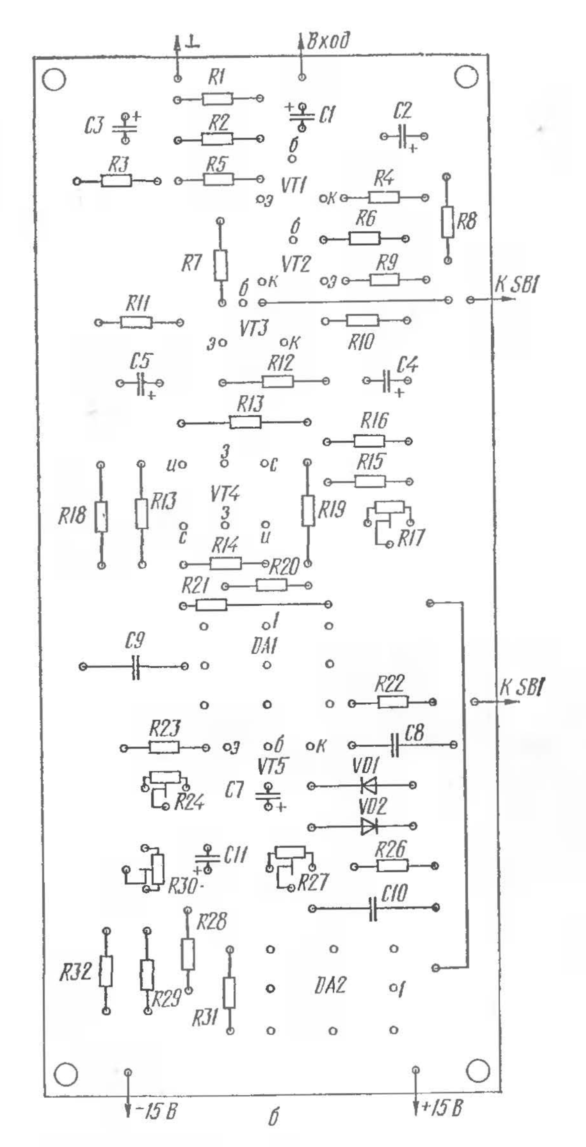




*Рис. 4.* Печатная плата (а) и расположение деталей на ней (б)

Опорное напряжение, подаваемое на инвертирующий вход DA2, определяет напряжение, к которому стремится уровень выходного сигнала компрессора. Коэффициенты передачи операционных усилителей DA1, DA2 задают глубину обратной связи системы регулирования и тем самым форму амплитудной характеристики устройства. При увеличении коэффициента передачи названных усилителей динамический диапазон выходного сигнала сужается. Однако необходимо иметь в виду, что одновременно с этим возрастает длительность переходных процессов, а также вероятность самовозбуждения за счет снижения запасов устойчивости.

Нелинейные искажения устройства сводятся к минимуму перемещением движка резистора R17. Наилучшие значения времен установления и восстановления наиболее целесообразно устанавливать резисторами R24, R27 в процессе прослушивания различных фонограмм по наименьшим переходным искажениям сигнала.

### Литература


1. Калабугин В., Уннат В., Манукян А. Компрессоры входного сигнала ЦМУ.— Радио, 1979, № 5, с. 35.
2. Поляков В. Микрофонный усилитель для эффективной АМ.— Радио, 1968, № 6.
3. Буравлев В. М. Шумоподавитель Долби на микросхеме.— Радио, 1978, № 3, с. 37.
4. Алдошина И. А., Войшвилло А. Г. Высококачественные акустические системы и излучатели.— М.: Радио и связь, 1985.
5. Крылов Г. М., Хоняк Е. И. и др. Управляемые аттенюаторы.— М.: Радио и связь, 1985.
6. Есаков В. Ф., Кудрин И. Г., Шноль М. М. Автоматическая регулировка усиления в усилителях НЧ — М.: Энергия, 1970.
7. Сифонов В. И. Радиоприемные устройства.— М.: Сов. радио, 1974.


## КОМПРЕССОР К СДУ

**А. Ануфриев**

Известно, что работа светодинамической установки (СДУ) становится более эффектной, если диапазон изменения яркости свечения ламп экрана близок к диапазону изменения входного сигнала. Поэтому для согласования динамических диапазонов на входе СДУ приходится включать устройство, «сжимающее» динамический диапазон сигнала. Такое устройство называют компрессором.

Эффекта компрессирования можно добиться и за счет обратной связи с оптическими устройствами или использования ламп, рассчитанных на разные мощности и напряжения, или особой конструкцией экранного устройства. Как правило, эти способы малоэффективны или значительно усложняют конструкцию и настройку СДУ. Применимы они только в конкретных СДУ с определенной схемой и конструкцией.

Применение на входе СДУ компрессоров, построенных по принципу усилителя с глубокой АРУ, когда слабый сигнал усиливается, а сильный ограничивается по амплитуде или изменения его уровня приводятся в соответствие изменению яркости ламп накаливания экранного устройства, предпочтительнее.

Схема такого компрессора, испытанного со многими СДУ, приведена на рис. 1. Коэффициент передачи устройства не зависит от частоты входного сигнала. Форма выходного напряжения в диапазоне частот 30 Гц...20 кГц синусоидальна. График зависимости уровня выходного сигнала от уровня входного, подаваемого на конденсатор C1, показан на рис. 2.

Выходное напряжение компрессора можно изменять с помощью подстроечного резистора R19. Когда движок резистора находится в верхнем по схеме положении, уровень выходного сигнала составляет 120...720 мВ при изменении уровня входного от 30 мВ до 3 В или иначе — изменению уровня входного сигнала в 40 дБ соответствует изменение выходного сигнала около 15 дБ. При изменении входного сигнала от 30 мВ до 10 В (около 50 дБ) уровень выходного сигнала изменяется на

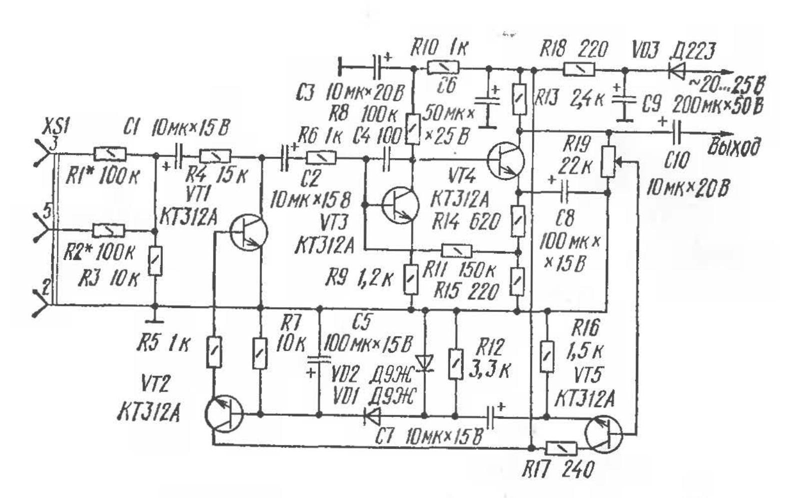



*Рис. 1.* Схема компрессора к СДУ

16 дБ. Такое изменение сигнала на входе СДУ вполне соответствует динамическому диапазону яркости ламп накаливания, который не превышает 10...15 дБ.

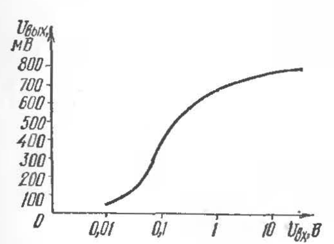
Для нормальной работы некоторых СДУ, в том числе промышленного набора «Прометей-1», необходим уровень входного сигнала 1...2 В. При работе с такими СДУ, перемещая движок R19 вниз по схеме, можно увеличить выходное напряжение компрессора до 2...2,5 В.

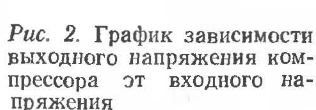
При этом глубина компрессирования несколько уменьшается (на 5...6 дБ), но не снижает эффективности компрессора.

К выходу компрессора подключают нагрузку (вход СДУ) сопротивлением не менее 3 кОм. Вход же компрессора подключают как к моно-, так и к стереофоническим источникам музыкальных программ (магнитофон, электропроигрыватель, радиоприемник). Так как входное сопротивление компрессора сравнительно высокое (около 100 кОм), то сигнал можно снимать не только с выходов на акустические системы, но и с линейных выходов этих устройств.

С выхода источника музыкальных программ сигнал поступает на резистивный смеситель R1 — R3, суммирующий сигналы левого и правого каналов в стереофоническом режиме. Одновременно смеситель играет роль делителя, позволяющего отфильтровать посторонние шу-







*Рис. 2.* График зависимости выходного напряжения компрессора от входного напряжения

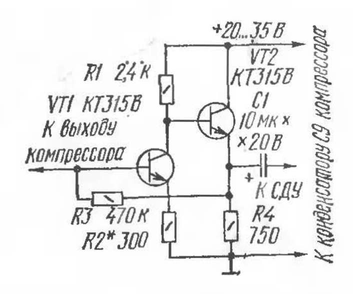



*Рис. 3.* Схема усилителя, повышающего выходное напряжение компрессора до 5...7 В

мы и сигналы наводок, например возникающие при работе двигателей ЭПУ, магнитофона или от движения иглы звукоснимателя по пластинке.

Как правило, эти шумы по уровню меньше музыкального сигнала минимальной громкости. Однако без делителя из-за высокой чувствительности компрессора они могут быть усилены им до величины, на которую может реагировать экранное устройство СДУ.

Одновременно применение делителя R1 — R3 позволило довести чувствительность компрессора до 200 мВ, что соответствует напряжению на линейных выходах звуковоспроизводящих устройств.

С резистора R3 напряжение звуковой частоты поступает через конденсатор C1 на управляемый делитель R4VT1, в котором транзистор используется как управляемый напряжением резистор. Далее сигнал подается на усилитель, выполненный на транзисторах VT3 и VT4. Коэффициент его усиления около 100. С нагрузки усилителя (резистор R13) сигнал подается через конденсатор C10 на СДУ. Одновременно часть усиленного сигнала, снимаемого с движка резистора R19, поступает на каскад с транзистором VT5. С эмиттера этого транзистора сигнал подается на детектор, выполненный на диодах VD1, VD2. Образующееся на конденсаторе C5 постоянное напряжение используется для управления транзистором VT1 (через эмиттерный повторитель на транзисторе VT2).

Любое повышение уровня входного сигнала приводит к возрастанию положительного напряжения на конден-

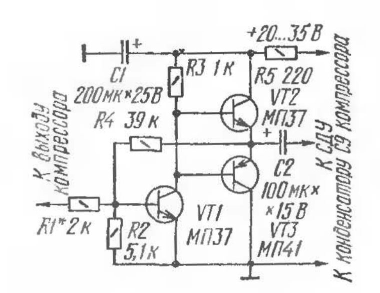



*Рис. 4.* Схема усилителя сигнала компрессора

саторе С5 и большему открыванию транзисторов VT1 и VT2. Сопротивление участка коллектор — эмиттер транзистора VT1 уменьшается, а значит, уменьшается и уровень сигнала на нем.

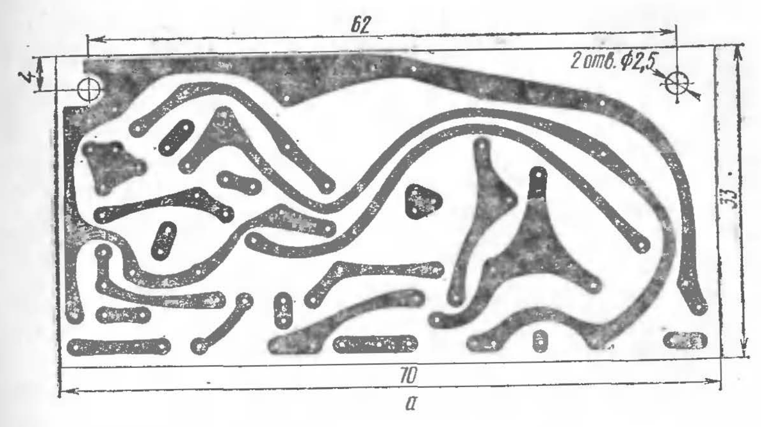
Если для нормальной работы СДУ уровня выходного сигнала компрессора недостаточно, то для повышения его до 5...7 В между входом СДУ и выходом компрессора включают дополнительный усилитель, схема которого приведена на рис. 3. Уровень сигнала на входе СДУ можно изменять подбором сопротивления резистора R3 в усилителе и подстроечным резистором R19 компрессора. Усилитель рассчитан на работу с СДУ, имеющей входное сопротивление не менее 1 кОм. При меньшем входном сопротивлении СДУ, а также в том случае, если на входе СДУ имеется согласующий трансформатор, следует использовать усилитель, схема которого показана на рис. 4.

Если для работы СДУ, имеющих входное сопротивление от нескольких сотен ом до 3 кОм, достаточен сигнал величиной 0,5...0,6 В, то его можно подавать с эмиттера транзистора VT5 компрессора, исключив при этом резистор R19, соединив базу транзистора VT5 с коллектором транзистора VT4 и перепаяв положительный вывод конденсатора С10 от коллектора транзистора VT4 к эмиттеру VT5.

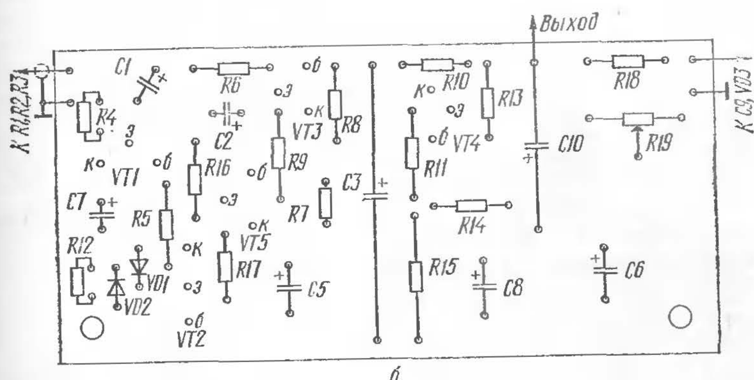
В компрессоре можно применить кроме указанных на схеме транзисторы КТ312А; КТ315В, Г; любые диоды серии Д9, Д10 (VD1, VD2), Д223, Д226, КД103 (VD3). Конденсаторы С3, С10 — К53-1, К53-4; С4 — КД-1, остальные — К50-6. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, подстроечный — СП3-16.

Под эти детали и рассчитана печатная плата (рис. 5) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. Конденсатор С4 (он устраняет возбуждение компрессора на высоких частотах) установлен со стороны печатных проводников. Резисторы R1 — R3 припаивают непосредственно к выводам разъема XS1. Диод VD3 и конденсатор С9 устанавливают в месте располо-






а




б

*Рис. 5.* а. Эскиз печатной платы, б. Размещение деталей на плате

жения элементов основного блока питания СДУ. Если сама СДУ питается постоянным напряжением +24... 30 В, его можно подавать на компрессор, исключив диод VD3 и конденсатор С9.

Налаживание компрессора начинают с проверки отсутствия самовозбуждения на высоких частотах и, если оно есть, увеличивают емкость конденсатора С4. Затем, подав на вход компрессора сигнал звуковой частоты напряжением 1 В, подстроечным резистором R19 устанавливают нужное напряжение (0,7...2,5 В) на выходе компрессора.

В заключение устанавливают чувствительность устройства. Подключив его к источнику сигнала,

подбирают резисторы R1 и R2 такими, чтобы сохранился ранее установленный уровень выходного сигнала при необходимом минимальном уровне сигнала на разъеме XS1.

Компрессор был испытан с тринисторными СДУ, описанными в сборниках «В помощь радиолюбителю», вып. 52, 1976, с. 9; вып. 70, 180, с. 65 и журнале «Радио», 1979, № 3, с. 49, а также с транзисторной СДУ, конструкция которой описана в «Радио», 1981, № 3, с. 49.

Мощность в нагрузке одного канала у первых двух СДУ достигает сотен ватт и не превышает 30...50 Вт для двух других.

Для обеспечения нормальной работы СДУ (кроме конструкции В. Синицына) подстроечным резистором R19 устанавливается выходное напряжение компрессора, равное 2 В. СДУ В. Синицына имеет низкое входное сопротивление, поэтому сигнал на ее вход подается не с коллектора транзистора VT4, а с эмиттера VT5. При повторении этой СДУ необходимо вместо резистора R2 (см. «В помощь радиолюбителю», вып. 70, с. 67) установить дроссель той же индуктивности, что и L2. В противном случае параллельный контур, образованный конденсатором C2 и дросселем L2, на низших и высших частотах звукового диапазона шунтирует вход СДУ.

## ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ ЗВОНОК-АВТОМАТ

**В. Череватенко, А. Череватенко**

Предлагаемый звонок-автомат воспроизводит восемь фрагментов мелодий. Выбор одного из них происходит случайно, после нажатия кнопки SB1. В программу ПЗУ записаны фрагменты некоторых широко известных мелодий, таких как «Танец феи Драже» П. И. Чайковского, «Полька трик-трак» И. Штрауса, «Песенка капитана» И. О. Дунаевского, «Спасибо за музыку» ансамбля «АББА», «Песенка гномов» из мультфильма У. Диснея и



других мелодий. Количество раз исполнения можно по желанию устанавливать перемычкой X1, расположенной на печатной плате конструкции. Запрограммированные фрагменты состоят из 32 тактовых импульсов, которые приняты за минимальную длительность звучания ноты или паузы (в данном случае — 1/4). Заданная длительность, 1/2 или целая, достигается двукратной или четырехкратной соответственно записью программного кода дешифратора в ПЗУ. Например, при программировании необходимо записать код ноты ля бемоль с длительностью 3/4. По табл. 1 находим, что это — 0110, а длительность будет соответствовать трехкратной записи этого кода в ПЗУ. Длительность паузы программируется также. Но при этом учитывается, что код паузы — 0000, поэтому запись в ПЗУ как таковая не производится. Используемое сменное ПЗУ позволяет дополнительно варьировать выбором мелодий. Для этого достаточно заменить ПЗУ на другое. Музыкальный звонок (рис. 1) состоит из двух тактовых генераторов импульсов, один из них выполнен на микросхеме DD1, второй — на DD2. Последний представляет собой элемент устройства псевдослучайного выбора мелодии. Структура схемы содержит элементы цепи задержки включения R1, C1, DD3.1, реле — выключателя DD3.3, VT2, K1, тонального генератора (микросхема DD9), транзисторы VT3, VT4 и стабилизатор напряжения на транзисторе VT1. Также в схеме звонка используются три счетчика DD4 — DD6, программируемое устройство ПЗУ DD7 и дешифратор DD8, всего девять микросхем и четыре транзистора. Поясним принцип действия схемы, приведенной на рис. 1. При нажатии на кнопку SB1 включается блок питания звонка. В это время счетчики DD4 и DD5 устанавливаются в нулевое состояние уровнем логической 1 на выходе (вывод 12) элемента DD3.1. При этом с помощью одной (или нескольких) из выбранных перемычек X1, находящейся между выходами (выводы 9, 8, 11) счетчика DD5 и входами (выводы 9, 10, 11) инвертора DD3.3, на выходе последнего устанавливается высокий логический уровень. Это приводит к срабатыванию реле K1 и блокировке контактами K1.1 кнопки SB1. Количество и место установки перемычек X1 обеспечивают кратность воспроизведения мелодии (от одного до пяти). На рис. 1 показано включение для двукратного исполнения. В момент пуска устройства тактовый генератор, выполненный на микросхеме DD2, начинает выра-

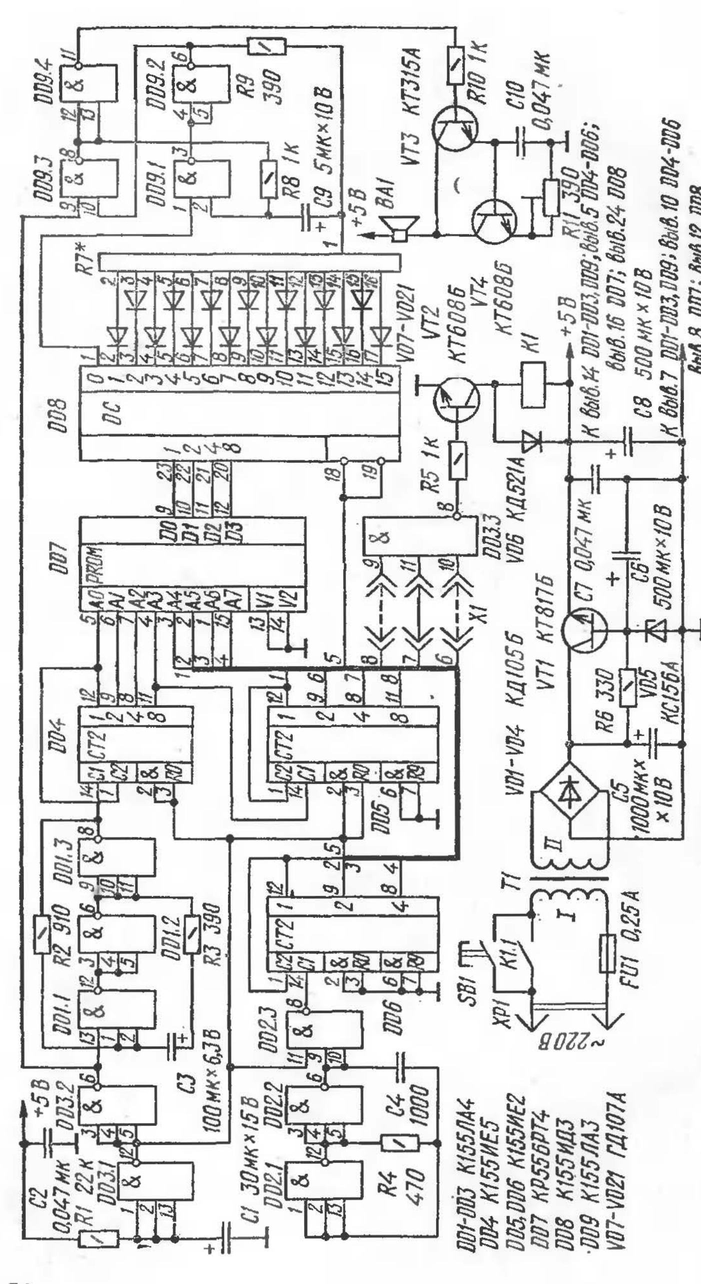



*Рис. 1.* Принципиальная схема звонка-автомата



батывать колебания прямоугольных импульсов с частотой следования 250...500 кГц. Через управляемый инвертор DD2.3 сигнал с генератора подается на вход счетчика DD6, обусловливая этим появление возможных случайных комбинаций двоичного кода на выходах счетчика (выводы 12, 9, 8). Одна из этих восьми числовых комбинаций выбирает из памяти ПЗУ записанный фрагмент мелодии. После определенного времени τ, зависящего от скорости зарядки конденсатора С1 до порогового значения напряжения переключения элемента DD3.1, на вход инвертора DD2.3 (вывод 11) поступает логический 0, запирая инвертор. Счетчик DD6 затормаживается, а тактовый генератор DD1, частота импульсов которого 3...4 Гц, и тональный генератор DD9 включаются в рабочий режим высоким уровнем, поступающим с выхода инвертора DD3.2. Причем тональный генератор остается заторможенным до появления разрешающего импульса с вывода 1 дешифратора DD8. Это предусмотрено для устранения влияния переходных процессов, происходящих в блоке питания и в самой схеме, на частоту тонального генератора. В результате работы тактового генератора импульсов DD1 и счетчиков DD4, DD5 на пяти адресных входах ПЗУ DD7 появляется последовательность двоичного кода от 00001 до 00000, что соответствует 32 тактовым импульсам. Они считывают записанную в ПЗУ информацию в виде изменяющегося на выходе четырехразрядного слова, которое, в свою очередь, представляет собой входной код дешифратора DD8. Дешифратор с помощью резисторов матрицы R7 и диодных ключей VD7—VD21 преобразует записанную программу в звучащую мелодию тонального генератора. Диапазон генератора — от си малой октавы до до диез второй октавы.

Настройка тонального генератора производится без установки ПЗУ DD7 в панель на плате. Проволочными перемычками входы дешифратора (выводы 23, 22, 21, 20). DD8 соединяются с общей шиной (логический 0 на входах) или остаются свободными (на входах 1). Таким образом набираются необходимые комбинации кодов дешифратора. Далее настройку удобно вести по звучанию второй струны гитары (см. табл. 1). Сопротивление первого резистора (выводы 1, 2 резистора R7) составляет 220 Ом. Частота тонального генератора в этом случае должна соответствовать частоте звучания второй струны, прижатой на 14-м ладу, или ноте до диез второй октавы.

*Таблица 1*

**К настройке тонального генератора**

| Нота | № гитарного лада 2-я струна | Входной код дешифратора DD8 (выводы): | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 20 | 21 | 22 | 23 |
| Пауза | — | 0 | 0 | 0 | 0 |
| До диез | 14 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| До | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Си | 12 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Си бемоль | 11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Ля | 10 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Ля бемоль | 9 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Соль | 8 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Фа диез | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Фа | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Ми | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Ми бемоль | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Ре | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| До диез | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| До | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Си | 0-й лад | 1 | 1 | 1 | 1 |

Код дешифратора — 0001. Если точной настройки не происходит, то сопротивление резистора (выводы 1, 2) необходимо подобрать до появления унисона. В процессе дальнейшей настройки резисторов матрицы R7 следует постоянно возвращаться к контролю унисонного звучания ноты до диез (14-й лад), соответственно изменяя код дешифратора. Если возникнет необходимость (из-за нестабильности генератора), то следует изменить натяжение струны до восстановления унисона. Отметим, что точнее поможет настроить двухточечный контроль, т. е. такой контроль, когда проверка звучания происходит на 14-м ладу и на предыдущем настраиваемому.

Налаживание тонального генератора ведется последовательно: тональность звучания понижается на полтона на каждом следующем резисторе матрицы. Таким образом, тональный генератор воспроизводит хроматическую гамму. На первый взгляд, может показаться, что такая настройка менее точна, чем налаживание с помощью звукового генератора по известной шкале музыкальных частот. Однако, как показала практика, при настройке важна относительная точность, а не абсолютная. Тем более, что нестабильность частоты тонального генератора не позволяет производить коррекцию на основе стабильных частот. На самом же деле происходит как бы транспонирование гаммы выше или ниже натуральной. И как показала эксплуатация звонка в течение года, на верность воспроизведения мелодии это не оказывает влияния. Выбор вышеизложенного метода настройки определяется еще и минимальными размерами каркаса матрицы R7 по сравнению с дискретными подстроечными резисторами. Каркас (рис. 2) изготовлен из органического стекла, возможно применение мелковолокнистой древесины и текстолита. По периметру ребер каркаса просверлены отверстия диаметром 1 мм, где с помощью эпоксидного клея закреплены штифты @. Отсчет номеров штифтов удобно вести против часовой стрелки (вид сверху), приняв за 1-й один из нижних штифтов (низ со стороны резьбы). Высокоомный провод, применяемый для изготовления резисторов марок ПЭК 0,09, ПЭВКТ-1 0,09 и ПЭВМТ-1 0,09 (80...220 Ом), а также ПЭК 0,25 (17... 80 Ом). Сначала бифилярная обмотка укладывается в нижнюю секцию каркаса, а затем, по мере распайки резисторов, проводом заполняются верхние секции. После настройки тонального генератора следует проверить режим его работы в целом. Для этого выводы 12, 9, 8, 11 счетчика DD4 и выводы 23, 22, 21, 20 дешифратора DD8 соответственно соединяются проволочными перемычками. Воспроизводимая в этом случае хроматическая гамма со-

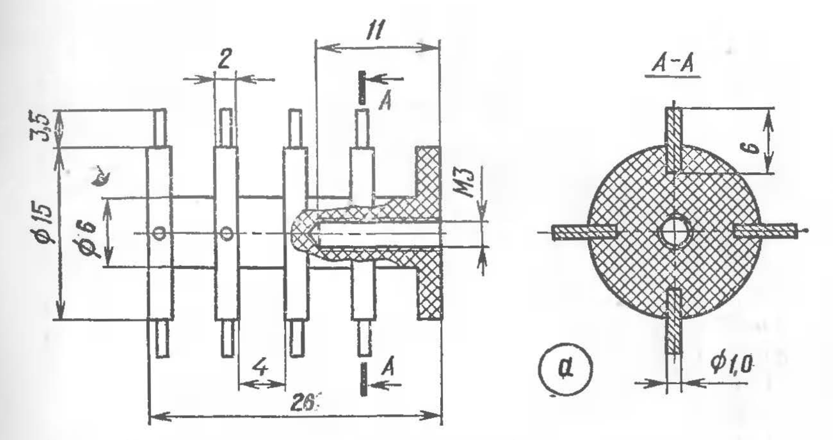



*Рис. 2.* Каркас катушки для намотки секций проволочного резистора: @ — 16 штифтов диаметром 1 мм (медь)

*Таблица 2а*

**Программы для ПЗУ-КР556РТ4 музыкального звонка-автомата**

| № п/п | Адрес 43210 | Ад-рес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 00001 | 000 | 0001 | До диез (П) | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 0110 | Ля бемоль | 011 | 1101 | До диез |
| 2 | 00010 | 000 | 0100 | Си бемоль | 001 | 1100 | Ре | 010 | 1001 | Фа | 011 | 1000 | Фа диез |
| 3 | 00011 | 000 | 1000 | Фа диез | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 0110 | Ля бемоль | 011 | 1000 | Фа диез |
| 4 | 00100 | 000 | 1000 | Фа диез | 001 | 1010 | Ми | 010 | 0110 | Ля бемоль | 011 | 1000 | Фа диез |
| 5 | 00101 | 000 | 0001 | До диез (П) | 001 | 1010 | Ми | 010 | 0111 | Соль | 011 | 1001 | Фа |
| 6 | 00110 | 000 | 0100 | Си бемоль | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 0111 | Соль | 011 | 1011 | Ми бемоль |
| 7 | 00111 | 000 | 1000 | Фа диез | 001 | 0110 | Ля бемоль | 010 | 1010 | Ми | 011 | 1011 | Ми бемоль |
| 8 | 01000 | 000 | 1000 | Фа диез | 001 | 0110 | Ля бемоль | 010 | 1010 | Ми | 011 | 1011 | Ми бемоль |
| 9 | 01001 | 000 | 1001 | Фа | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 1001 | Фа | 011 | 1000 | Фа диез |
| 10 | 01010 | 000 | 1011 | Ми бемоль | 001 | 1100 | Ре | 010 | 1001 | Фа | 011 | 0110 | Ля бемоль |
| 11 | 01011 | 000 | 1001 | Фа | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 1011 | Ми бемоль | 011 | 0100 | Си бемоль |
| 12 | 01100 | 000 | 1001 | Фа | 001 | 1010 | Ми | 010 | 1011 | Ми бемоль | 011 | 0110 | Ля бемоль |
| 13 | 01101 | 000 | 1001 | Фа | 001 | 1010 | Ми | 010 | 1011 | Ми бемоль | 011 | 1000 | Фа диез |
| 14 | 01110 | 000 | 1001 | Фа | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 0000 | Пауза | 011 | 1001 | Фа |
| 15 | 01111 | 000 | 0000 | Пауза | 001 | 0111 | Соль | 010 | 1100 | Ре | 011 | 1101 | До диез |
| 16 | 10000 | 000 | 0000 | Пауза | 001 | 0111 | Соль | 010 | 1100 | Ре | 011 | 1101 | До диез |
| 17 | 10001 | 000 | 1101 | До диез | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 1100 | Ре | 011 | 1101 | До диез |
| 18 | 10010 | 000 | 1011 | Ми бемоль | 001 | 1100 | Ре | 010 | 0000 | Пауза | 011 | 1011 | Ми бемоль |
| 19 | 10011 | 000 | 1001 | Фа | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 1101 | До диез | 011 | 1000 | Фа диез |
| 20 | 10100 | 000 | 1000 | Фа диез | 001 | 1010 | Ми | 010 | 1101 | До диез | 011 | 1101 | До диез |
| 21 | 10101 | 000 | 0110 | Ля бемоль | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 1101 | До диез | 011 | 1101 | До диез |
| 22 | 10110 | 000 | 0100 | Си бемоль | 001 | 0001 | До диез (П) | 010 | 0000 | Пауза | 011 | 1011 | Ми бемоль |
| 23 | 10111 | 000 | 0011 | Си | 001 | 0100 | Си бемоль | 010 | 1110 | До | 011 | 1000 | Фа диез |
| 24 | 11000 | 000 | 0011 | Си | 001 | 0111 | Соль | 010 | 1001 | Фа | 011 | 1101 | До диез |
| 25 | 11001 | 000 | 0100 | Си бемоль | 001 | 1011 | Ми бемоль | 010 | 1101 | До диез | 011 | 0011 | Си |
| 26 | 11010 | 000 | 0110 | Ля бемоль | 001 | 1100 | Ре | 010 | 1001 | Фа | 011 | 0100 | Си бемоль |
| 27 | 11011 | 000 | 0001 | До диез (П) | 001 | 1101 | До диез | 010 | 1110 | До | 011 | 0100 | Си бемоль |
| 28 | 11100 | 000 | 0001 | До диез (П) | 001 | 1111 | Си (М) | 010 | 1110 | До | 011 | 1000 | Фа диез |
| 29 | 11101 | 000 | 0001 | До диез (П) | 001 | 1111 | Си (М) | 010 | 1110 | До | 011 | 1000 | Фа диез |
| 30 | 11110 | 000 | 0001 | До диез (П) | 001 | 1111 | Си (М) | 010 | 0000 | Пауза | 011 | 0110 | Ля бемоль |
| 31 | 11111 | 000 | 0000 | Пауза | 001 | 1111 | Си (М) | 010 | 0000 | Пауза | 011 | 0110 | Ля бемоль |
| 32 | 00000 | 000 | 0000 | Пауза | 001 | 0000 | Пауза | 010 | 0000 | Пауза | 011 | 0000 | Пауза |

*Таблица 2б*

**Программы для ПЗУ КР556РТ4 музыкального звонка-автомата**

| № п/п | Адрес 43210 | Ад-рес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 00001 | 100 | 1111 | Си (М) | 101 | 0001 | До диез (П) | 110 | 0011 | Си | 111 | 0011 | Си |
| 2 | 00010 | 100 | 0011 | Си | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 0011 | Си | 111 | 0011 | Си |
| 3 | 00011 | 100 | 0011 | Си | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 0001 | До диез (П) | 111 | 0011 | Си |
| 4 | 00100 | 100 | 0011 | Си | 101 | 1011 | Ми бемоль | 110 | 0011 | Си | 111 | 0100 | Си бемоль |
| 5 | 00101 | 100 | 1111 | Си (М) | 101 | 1101 | До диез | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 0101 | Ля |
| 6 | 00110 | 100 | 0011 | Си | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 0110 | Ля бемоль |
| 7 | 00111 | 100 | 0011 | Си | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1000 | Фа диез |
| 8 | 01000 | 100 | 0011 | Си | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1101 | До диез |
| 9 | 01001 | 100 | 0100 | Си бемоль | 101 | 1101 | До диез | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1010 | Ми |

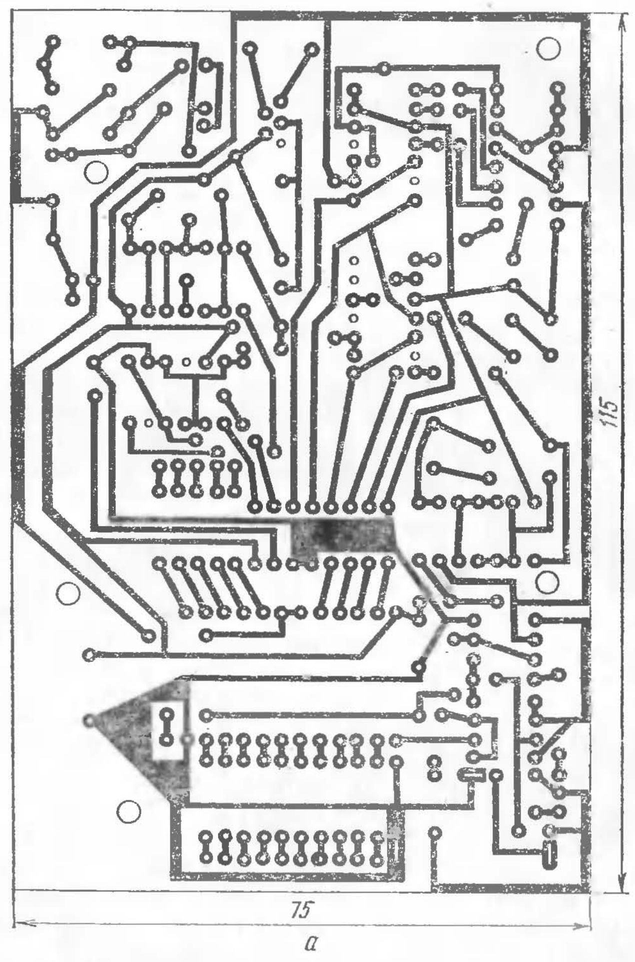
*Продолжение табл. 2б*

| № п/п | Адрес 43210 | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота | Адрес 765 | Слово 3210 | Нота |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 01010 | 100 | 0101 | Ля | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 1000 | Фа диез | 111 | 1010 | Ми |
| 11 | 01011 | 100 | 0110 | Ля бемоль | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1011 | Ми бемоль |
| 12 | 01100 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 0101 | Ля | 111 | 1011 | Ми бемоль |
| 13 | 01101 | 100 | 1010 | Ми | 101 | 1101 | До диез | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1000 | Фа диез |
| 14 | 01110 | 100 | 1011 | Ми бемоль | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1010 | Ми |
| 15 | 01111 | 100 | 1011 | Ми бемоль | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1010 | Ми |
| 16 | 10000 | 100 | 1011 | Ми бемоль | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1010 | Ми |
| 17 | 10001 | 100 | 1101 | До диез | 101 | 0001 | До диез (П) | 110 | 0101 | Ля | 111 | 0000 | Пауза |
| 18 | 10010 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 0101 | Ля | 111 | 0110 | Ля бемоль |
| 19 | 10011 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 1000 | Фа диез | 111 | 1000 | Фа диез |
| 20 | 10100 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 1101 | До диез | 110 | 0011 | Си | 111 | 1010 | Ми |
| 21 | 10101 | 100 | 1101 | До диез | 101 | 1111 | Си (М) | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1011 | Ми бемоль |
| 22 | 10110 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1101 | До диез |
| 23 | 10111 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1011 | Ми бемоль |
| 24 | 11000 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 0110 | Ля бемоль | 111 | 1010 | Ми |
| 25 | 11001 | 100 | 1111 | Си (М) | 101 | 1101 | До диез | 110 | 1010 | Ми | 111 | 0110 | Ля бемоль |
| 26 | 11010 | 100 | 1101 | До диез | 101 | 0100 | Си бемоль | 110 | 1010 | Ми | 111 | 0110 | Ля бемоль |
| 27 | 11011 | 100 | 1011 | Ми бемоль | 101 | 0110 | Ля бемоль | 110 | 1101 | До диез | 111 | 1000 | Фа диез |
| 28 | 11100 | 100 | 1010 | Ми | 101 | 1101 | До диез | 110 | 1000 | Фа диез | 111 | 1000 | Фа диез |
| 29 | 11101 | 100 | 1000 | Фа диез | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 1111 | Си (М) | 111 | 1010 | Ми |
| 30 | 11110 | 100 | 0110 | Ля бемоль | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 1111 | Си (М) | 111 | 1011 | Ми бемоль |
| 31 | 11111 | 100 | 0110 | Ля бемоль | 101 | 1000 | Фа диез | 110 | 1111 | Си (М) | 111 | 1011 | Ми бемоль |
| 32 | 00000 | 100 | 0000 | Пауза | 101 | 0000 | Пауза | 110 | 0000 | Пауза | 111 | 0000 | Пауза |

стоит из пятнадцати последовательно понижающихся полутонов со сбросом на верхнюю ноту диапазона. Вся настройка и проверка звонка должна происходить при питании напряжением +5 В от хорошо отлаженного стабилизатора и с блокированной кнопкой SB1. Желательно также следить за тем, чтобы транзистор стабилизатора VT1 был нагрет не выше 60 °C.

Программирование ПЗУ DD7 КР556РТ4 производится по составленным программам (табл. 2) на программаторе, подробно описанном в литературе [2]. При желании читатель может сам составить программы для выбранных им фрагментов. Только необходимо учитывать, что минимальная длительность ноты или паузы во фрагменте не должна быть меньше $^1/_4$, а в конце мелодии обязательна пауза с минимальной длительностью $^1/_4$.

Звонок собирается в корпусе от абонентского громкоговорителя. В нем кроме печатной платы устройства находятся: трансформатор T1 блока питания и оксидные конденсаторы C5, C6, приклеенные клеем «Момент» к внутренним стенкам корпуса, а также головка громкоговорителя BA1. Трансформатор T1 выполнен на магнитопроводе ШЛ12×16. Обмотка I содержит 4620 витков провода ПЭВ-1 0,09, а II — 210 витков провода ПЭВ-2 0,82. Трансформатор должен обеспечивать на обмотке II напряжение 9...10 В. Мощность трансформатора T1 — 10 Вт. Выпрямительные диоды VD1 — VD4 рассчитаны на ток до 200 мА. Этому условию удовлетворяют диоды КД105Б,В,Г, которые можно заменить на КД103А и Д226БМ, а транзисторы VT2 и VT4 (КТ608Б) — на КТ603, КТ815 и КТ817 (с любым буквенным индексом). Транзистор VT3 (КТ315) — любой из этой серии. Следует подобрать транзистор VT1 (КТ817Б) по наибольшему коэффициенту $h_{21Э}$. Этот транзистор может быть заменен на КТ817В и КТ817Г, а также на КТ961 с любым буквенным индексом. Транзистор VT1 устанавливается на теплоотвод площадью 20 см². Диоды VD7 — VD21 (ГД107А) можно заменить на Д9Б, Д9Д и Д9Е, а также на кремниевые маломощные диоды серии КД521 с любым буквенным индексом. Оксидные конденсаторы, установленные на печатной плате,— К50-6 и К50-16, а закрепленные в корпусе могут быть: К50-6, К50-12 и К50-29. Резисторы — все МЛТ 0,25 10 % или ВС 0,125 5...20 %. Конденсаторы, примененные в звонке, могут быть КМ-5 или К10-7б. Вместо подстроечного резистора R11 СП3-1а



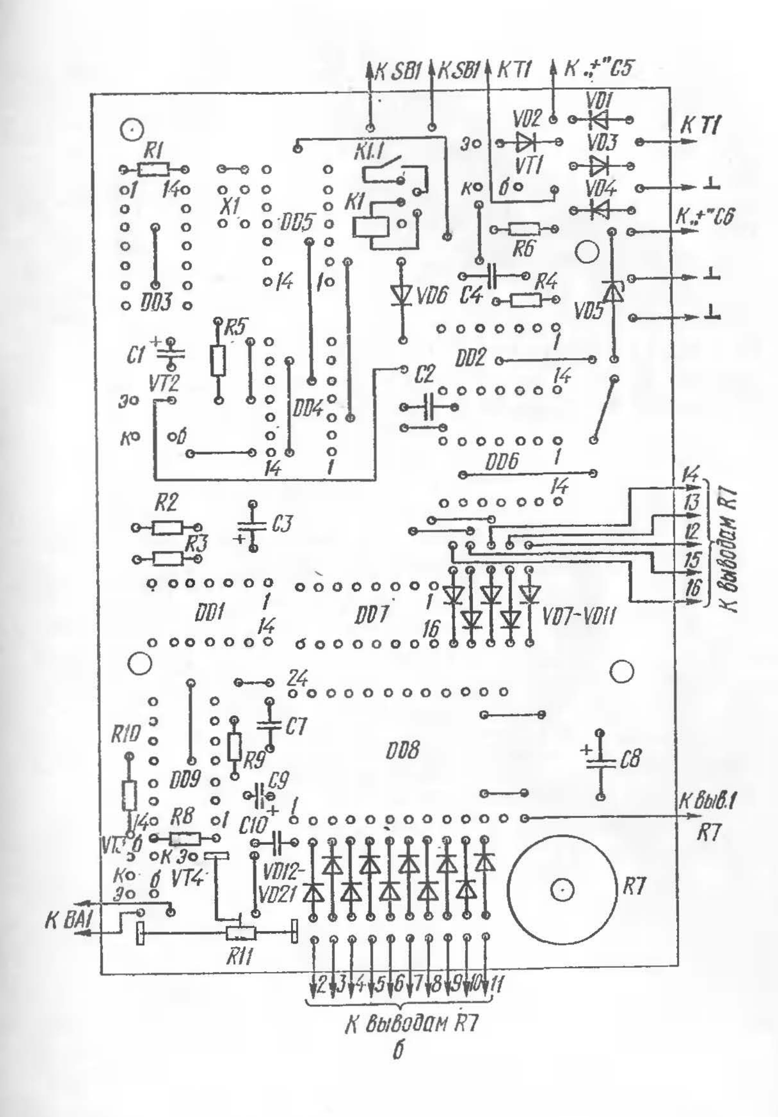




*Рис. 3.* Печатная плата (а), размещение деталей на ней (б)

можно применить СП3-1б, СП5-2 с номинальным сопротивлением 150...390 Ом, при соответствующей переделке печатной платы. Используемое реле К1 серии РЭС-49 (паспорт РС4.569.421-03 или РС4.569.421-09) при изменении проводников печатной платы может быть заменено на РЭС-64 (паспорт РС4.569.724 или РС4.569.724-01).



Возможные замены микросхем: КР556РТ4 — на К556РЕ4; К155ЛА4 и К155ЛА3 — на соответствующие микросхемы серий К133 и К555; остальные микросхемы серии К155 — на К133. Печатная плата изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Ее размеры (рис. 3) — 115×75 мм.

В заключение следует отметить, что, используя данную конструкцию в качестве исполнительного устройства, можно реализовать музыкальную шкатулку. Для этого необходимо счетчик DD5К155ИЕ2 заменить на К155ИЕ5, соединив его выводы 12, 9, 8, 11 соответственно с адресными входами (выводы 3, 2, 1, 15) ПЗУ DD7. При таких изменениях схемы элементы генератора на микросхеме DD2, счетчик DD6, а также элементы реле-выключателя VD6, DD3.3, VT2, К1, R5 становятся лишними и подлежат исключению. В результате мелодия (одна) будет содержать 256 тактовых импульсов, а функционирование устройства — осуществляться кнопкой, связанной с крышкой шкатулки.

### Литература

1. Сорокин Н., Соколов Г. Электронный музыкальный звонок.— В помощь радиолюбителю, вып. 80, с. 68.
2. Назаров Н. Программатор для микросхем К556РЕ4.— В помощь радиолюбителю, вып. 83, с. 26.

# НАШИ СПРАВКИ

## О РАБОТЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ КОНСУЛЬТАЦИИ ЦРК СССР имени Э. Т. КРЕНКЕЛЯ

**А. Дятькин**

Услуги, оказываемые Радиотехнической консультацией, можно разделить на три группы.

**К группе «А»** относится высылка типовых консультаций — брошюр и набора схем-листовок.

Для начинающих радиолюбителей представляют интерес следующие брошюры: «Радиоприемник начинающего радиолюбителя-наблюдателя», «Радиопередатчик начинающего радиолюбителя-коротковолновика», «Справочник по линейным интегральным микросхемам», «Как рассчитать и изготовить силовой трансформатор», «Цветомузыкальные установки». Цена одной брошюры, включая стоимость пересылки,— 40 коп. В этом году консультация подготовила и начинает высылать новые брошюры: «Общераспространенные транзисторы» (37 коп.), «Модернизация магнитофонов» (22 коп.), «Передатчик начинающего коротковолновика» (17 коп.), «Электроника в автомобиле» (17 коп.), «Радиолюбительская технология» (17 коп.).

Большим спросом пользуется набор схем-листовок с описанием 30 конструкций, в котором даны описания транзисторных приемников, усилителей низкой частоты, блоков питания, советы по налаживанию катушечных магнитофонов, измерительных приборов и т. д. Стоимость одного набора 55 коп.

Деньги за брошюры и набор схем-листовок следует высылать почтовым переводом по адресу: 123364, Москва, Тушинский промстройбанк, код МФО 201348, ЦРК СССР имени Э. Т. Кренкеля, расчетный счет 700152. На бланке почтового перевода в графе «Для письма» надо написать «За консультацию по разделу «А» и указать названия заказываемых брошюр или набор схем-листовок.

Письма для заказа брошюр и схем-листовок в консультацию писать не нужно.

**К группе «Б»** относится подготовка консультаций на вопросы радиолюбителей. За этот вид услуг установлены следующие расценки:

90 коп.— указание одной книги или статьи по интересующему автора письма вопросу; сообщение основных характеристик экспоната Всесоюзной радиовыставки с условием получения копии авторского описания; сообщение основных характеристик любительских и промышленных радиоаппаратов; сообщение параметров радиоэлемента; сообщение намоточных данных трансформаторов, дросселя, катушки; определение стоимости радиотехнического расчета; определение стоимости сложной консультации.

1 руб. 40 коп.— разъяснение работы одного из узлов радиоприбора; разъяснение работы одного каскада и назначения каждого радиоэлемента; рекомендация по замене одной детали на другую (радиолампы, транзистора, микросхемы и т. п.).

2 руб. 00 коп.— совет по устранению неисправности в радиоаппаратуре; рекомендация по простейшей переделке схемы радиоаппарата (без производства расчета); совет по настройке и налаживанию одного узла аппарата; совет по использованию измерительного прибора; рекомендация по сопряжению видеомагнитофона с телевизором; рекомендация по установке декодера ПАЛ-СЕКАМ; введение в радиоприемное устройство любительских диапазонов; рекомендации по выбору наиболее эффективной телевизионной антенны для приема в конкретных условиях; рекомендация по симметрированию и согласованию телевизионной антенны с фидером; рекомендации по замене одного узла в радиоаппаратуре другим; другие вопросы, требующие разбора схемы или выполнения простейшего расчета.

Даются советы по аппаратуре радиоуправления моделями; ответы на вопросы по публикациям о цветомузыкальных установках и переключателях световых гирлянд, а также о металлоискателях и устройствах бытовой автоматики (таймеры, электронные часы и др.).

Более сложные и другие вопросы, не вошедшие в приведенный перечень, в зависимости от их сложности могут быть приравнены к одному или нескольким вопросам данного перечня и на этом основании определяется стоимость консультации.

Если Вам требуется консультация по более сложному вопросу или помощь в проведении расчетов, надо предварительно перечислить 90 коп. на расчетный счет ЦРК СССР и сообщить в Радиотехническую консультацию все необходимые исходные данные. Вам сообщат стоимость работ и выполнят заказ после того, как вы его оплатите.

Для того чтобы получить консультацию по группе «Б», следует перевести нужную сумму по тому же адресу, что и за консультацию по группе «А». В графе «Для письма» бланка почтового перевода нужно указать: «За консультацию по группе «Б». Квитанцию почтового перевода, которую Вы получите по почте, следует вместе с вопросами направить по адресу: 103012, Москва, ул. Куйбышева, 4/2, помещение 12, Радиотехническая консультация ЦРК СССР.

**К третьей группе услуг** относится высылка копий материалов (схем, описаний и др.), имеющихся в библиотеке ЦРК СССР, а также копии описаний радиолюбительских конструкций, экспонировавшихся на Всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ.

Обращаем внимание на то, что при заказе копий вам необходимо указать источник копирования, в случае если вы его не знаете, необходимо обратиться в консультацию, перечислив 90 коп. на расчетный счет для рекомендации одного источника. Это относится и к материалам экспонатов выставок.

Также сообщаем, что большинство описаний экспонатов содержат принципиальные схемы и лишь краткие сведения об устройстве, недостаточные для их точного повторения. Цена изготовления копии, включая почтовые расходы, 50 коп. за страницу размером до 30×40 см.

При оформлении заказа на копирование в графе «Для письма» бланка почтового перевода, направленного в тот же адрес, что и за консультацию по разделу «А», следует написать «За изготовление копии». Само письмо с указанием материала, копия которого вам необходима, следует вместе с квитанцией почтового перевода направить по адресу: 123459, Москва, Походный проезд, 23, ЦРК СССР, Группа копирования.

Получение письма с квитанцией является основанием для начала подготовки консультаций и производства работ по копированию.

Наложенным платежом консультации не высылаются. Неоплаченные письма с вопросами (без квитанции почтового перевода) не рассматриваются и консультации по ним не даются.

Радиотехническая консультация не сообщает адресов промышленных предприятий, не высылает книг по радиотехнике, радиодетали и радиоаппаратуру, не принимает заказы на изготовление печатных плат, а также не готовит ответы на вопросы, связанные с получением намоточных данных и конструктивных размеров различной промышленной и радиолюбительской радиоаппаратуры, описания которых не публиковались в печати, и о дополнительных данных деталей и конструкций, опубликованные сведения о которых недостаточны для повторения.

Срок выполнения заказов 1—2 месяца, в зависимости от сложности вопросов и количества поступивших запросов.

Для ускорения работ Радиотехническая консультация убедительно просит заказчиков строго придерживаться установленных правил: обязательно при повторном обращении ссылаться на номер предыдущего письма, указывать на бланке почтового перевода, за что переведены деньги, не забывать вкладывать в письмо с вопросами квитанции почтовых переводов. На бланке перевода и в письме четко указать свой полный адрес и обязательно — почтовый индекс вашего отделения связи. Не забудьте написать свою фамилию и инициалы.

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НЕКОТОРЫХ ИЗДЕЛИЯХ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НЕ ВОШЕДШИЕ В СПРАВОЧНИКИ

**А. Зиньковский**

В радиолюбительской практике широкое применение находят усилители низкочастотных колебаний.

**Микросхема К1400УН1** — усилитель НЧ с автоматической регулировкой усиления. Представляет собой экономичную малошумящую схему с большим коэффициентом усиления, возможностью установки требуемого начального усиления, малым коэффициентом гармоник, широким диапазоном регулировки усиления, малым временем срабатывания системы АРУ, возможностью установки времени восстановления и большой перегрузочной способностью по входу.

Основные параметры микросхемы следующие: при напряжении питания +4 $В^{+10\,\%}_{-20\,\%}$, номинальном сопротивлении нагрузки 20 кОм, коэффициент усиления напряжения на линейном участке амплитудной характеристики при сопротивлении генератора 6 Ом 0,8...10 000 (у распространенной микросхемы К174УН3 этот параметр равен только 1400); выходное напряжение 400 мВ; динамический диапазон АРУ при нестабильности выходного сигнала 1 дБ 40 дБ; коэффициент гармоник при входном напряжении 2 мВ и коэффициенте усиления 3200...4800 на частоте 1 кГц 0,7 %; полоса рабочих частот 20...40 000 Гц; приведенное ко входу напряжение шумов 1,3 мкВ; время срабатывания АРУ 10 мс; входное сопротивление 14 кОм; ток потребления 450 мкА. Сохраняет работоспособность в интервале напряжений питания от 2,4 до 7 В.

Назначение выводов: 1 — вход 1; 2 — вход 2; 3 — коррекция; 5 — минус питания; 6 — обратная связь; 7 — регулировка длительности срабатывания АРУ; 9 — выход; 10 — плюс питания; 11 — коррекция; 12 — регулировка коэффициента усиления; 4, 8 — не использованы.

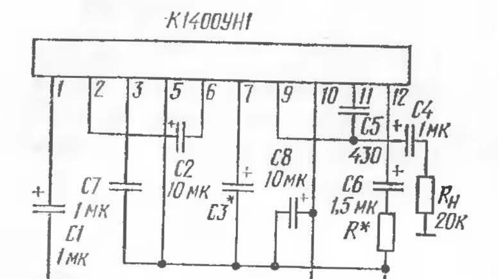



*Рис. 1.* Схема включения МС К1400УН1

На рис. 1 приведена схема включения микросхемы К1400УН1.

Операционные усилители находят широкое применение в различных устройствах цифровой и аналоговой техники. К ним относится **микросхема К140УД16**, которая имеет следующие основные параметры: напряжение питания ±15 В ±10 %; ток потребления 2,8 мА; напряжение смещения ±6 мВ; входной ток 0,5 нА; разность входных токов 0,2 нА; коэффициент усиления напряжения 50 000; максимальное выходное напряжение 11,5 В.

Назначение выводов: 1, 5 — балансировка; 2 — вход инвертирующий; 3 — вход неинвертирующий; 4 — минус питания; 6 — выход; 7 — плюс питания; 8 — коррекция.

**Микросхема К174ПС4** работает в диапазоне до 1000 МГц — преобразователь частоты. Предназначена для использования в качестве преобразователя частоты, модулятора, демодулятора, усилителя. Можно ее использовать в системах связи радиолюбительских ИСЗ. Основные параметры следующие: напряжение питания 5...9 В; ток потребления 12 мА; крутизна преобразования 5 мА/В; ослабление входного и опорного сигналов не менее 20 дБ; коэффициент шума 12 дБ.

Одно из применений МС — использование в блоках селекторов каналов телевизионных приемников дециметрового диапазона. Преимуществом смесителя на этой МС перед смесителями на дискретных транзисторах является отсутствие или резкое ослабление в спектре выходного сигнала составляющих с частотами гетеродина и сигнала и, что особенно важно, хорошая развязка между цепью гетеродина и входом. Просачивание напряжения гетеродина на вход приемника составляет минус 40...50 дБ от напряжения гетеродина.

Назначение выводов: 1, 14 — общий; 2 — выход 1; 3 — выход 2; 5 — плюс питания; 7 — вход гетеродина; 8 — вход гетеродина; 10 — коррекция; 11 — вход сигнала;



12 — коррекция; 13 — вход сигнала; 4, 6, 9 — не использованы.

Промышленностью освоен комплект гибридных схем для цветных телевизоров. В частности, **линейная БГИС К224ХК1** — декодирующее устройство сигналов цветности систем PAL и SEKAM — выполняет функции усиления-ограничения сигналов цветности, коммутирования их и последующей демодуляции. Схема автоматически распознает стандарт принимаемого сигнала.

**БГИС К224ХК3** — декодирующее устройство сигналов цветности системы SEKAM, выполняет те же функции, что и БГИС К224ХК1, но только для одного стандарта. Потребляет 65 мА от источника питания +12 В.

**БГИС К224ХА3** выполняет функции усилителя яркостного и цветоразностного сигналов и матриц (R—G—B) сигналов.

**БГИС К224ХА4** выполняет функции усилителя яркостного и цветоразностного сигналов.

**БГИС К224ХК2** выполняет функции схемы цветовой синхронизации сигналов система PAL.

**БГИС К224УК1** — одноканальный видеоусилитель.

Переход с ИС серии К174 на БГИС К224 позволило сократить площадь печатных плат с 398 до 270 см².

Промышленностью освоены интегральные микросхемы для цветного кассетного видеомагнитофона «Электроника ВМ-12» для блока звукового и видеоканалов.

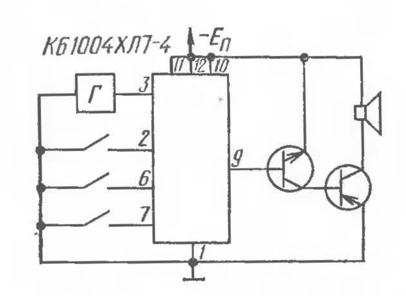
**БИС КР1005ХА4** предназначена для работы в режиме записи яркостного сигнала, превращает спектр телевизионного сигнала в частотно-модулированный сигнал яркости со спектром частот 3,5...7,5 МГц.

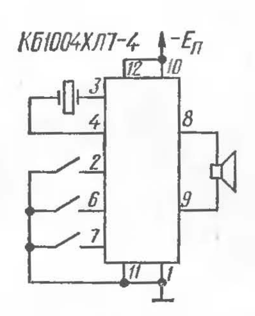
**БИС КР1005ХА5** предназначена для воспроизведения яркостного сигнала в цветном видеомагнитофоне, осуществляя демодуляцию частотно-модулированного сигнала яркости. После смешения с сигналом цветности выдает полный сигнал цветного телевидения.

**БИС КР1005ХА6** осуществляет преобразование телевизионного сигнала (цветового) в режимах записи и воспроизведения в бытовых видеомагнитофонах с магнитным носителем по системам PAL и SEKAM.

**БИС КР1005ХА7** предназначена для работы в качестве схемы цветовой синхронизации цветного видеомагнитофона в режимах записи и воспроизведения.

**БИС КР1005ПЦ2** предназначена для формирования колебаний частоты поднесущего цветового сигнала и



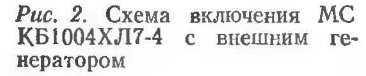


*Рис. 2.* Схема включения МС КБ1004ХЛ7-4 с внешним генератором

*Рис. 3.* Схема включения МС КБ1004ХЛ7-4 в автономном режиме

колебаний опорной частоты в системе слежения за скоростью движения вала двигателя бытового видеомагнитофона.

**БИС КР1005ПС1** предназначена для формирования колебаний опорной частоты преобразования сигнала цветности видеомагнитофона и выполняет функцию переноса сигнала цветности в низкочастотную часть спектра.

Тех, кто интересуется электромузыкальными синтезаторами, привлечет **БИС КБ1004ХЛ7-4.** Эта микросхема предназначена для воспроизведения музыкальных фрагментов, звуков зуммера, колокольчиков, сигналов сирены. Диапазон воспроизводимых частот 361,5... 4096,5 Гц, частота заполнения тонального сигнала 4096 Гц. Преимущественное использование микросхемы в электронных часах, играх, музыкальных шкатулках и других устройствах со звуковой сигнализацией.

Напряжение питания —1,5 В ±10 %; ток потребления в статическом режиме не более 1 мкА; в режиме синтеза мелодии не более 50 мкА; число воспроизводимых музыкальных частот (нот) 48; музыкальных фрагментов воспроизводит 8; суммарное максимальное число воспроизводимых нот и пауз 190; параметры выходного каскада БИС: выходной ток низкого уровня при входном напряжении 1,15 В по выходу 9 не менее 150 мкА; по выходу 8 — не менее 50 мкА. Выходной ток высокого уровня при входном напряжении не менее 0,2 В по выходу 9 не менее 50 мкА, по выходу 8 — не менее 150 мкА.

Назначение выводов: 1 — общий; 2 — вход «выбор мелодии»; 3 — вход «генератор колебаний опорной частоты»; 4 — выход «генератор колебаний опорной частоты»; 5 — вход «ускоренный контроль»; 6 — вход «прерывание сигнала»; 7 — вход «возбуждение сигнала»; 8 — выход «звуковой сигнал»; 9 — выход «звуковой сигнал»; 10 — питание; 11 — вход «выбор режима»; 12 — вход «выбор программы».



Предусмотрено два режима работы: автономный и с использованием внешнего задающего генератора. При работе от внешнего генератора (рис. 2) на вход 3 подается сигнал опорных колебаний с частотой 32 768 Гц с амплитудой не менее 0,3 В. В автономном режиме (рис. 3) к выводам 3 и 4 подключают кварцевый резонатор. Выбор режима определяется уровнем сигнала, подаваемого на вход 11; в автономном режиме «лог. 1», в режиме с задающим генератором — «лог. 0».

Продолжается прогресс в области разработки постоянных программируемых запоминающих устройств (ППЗУ). **Микросхема КР556РТ16** имеет емкость 64 Кбайт (организация 8 К слов×8 разрядов), что отличает ее от предшествующих поколений на 4 Кбайт и 16 Кбайт). Основные параметры следующие: напряжение питания +5 В ±5 %; ток потребления 190 мА; максимальное время выборки адреса 75 нс; входной ток не более 40 мкА.

Назначение выводов: 1—8, 18, 19, 21—23 — адресные входы; 20 — вход разрешения выборки; 9—11, 13—17 — информационные выходы; 24 — напряжение питания; 12 — общий.

Совершенствование микроэлектроники привело к разработке в одном кристалле всей ЭВМ. Например, четырехразрядные однокристальные ЭВМ серий КБ1013ВК1-2, КБ1013ВК4-2 представляют собой функционально законченные устройства, содержащие центральный процессор, ОЗУ данных и ПЗУ программ, таймер-счетчик, контроллер жидкокристаллических дисплеев, входной буфер и выходной регистр данных, формирователь внешних прерываний, логику сброса, блок управления резервированием мощности, тактовый генератор, синхронизирующее устройство. В БИС КБ1013ВК1-2 объем памяти программ (ПЗУ) 1827 байт, у БИС КБ1013ВК4-2 объем памяти программ (ПЗУ) 2772 байт. БИС этой серии имеют 60 выводов.

На рис. 4 и 5 приведены условные графические обозначения микросхем КБ1013ВК1-2 и КБ1013ВК4-2, в

*Рис. 4.* Условное обозначение ОЭВМ КБ1013ВК1-2

*Рис. 5.* Условное обозначение ОЭВМ КБ1013ВК4-2

табл. 1, 2, 3 основные параметры и назначение выводов этих микросхем.

Разработана и другая серия однокристальных микро-ЭВМ. Однокристальные 8-разрядные **микроЭВМ серии К1816 — КМ1816ВЕ39, КМ1816ВЕ48, КМ1816ВЕ49** — представляют собой функционально законченные устройства, содержащие на кристалле центральный процессор, ОЗУ данных и ЗУ программ, многоканальный интерфейс ввода-вывода, 8-разрядный таймер-ответчик, векторную схему прерываний, тактовый генератор, устройство



*Таблица 1*

**Основные параметры микросхем серии КБ1013**

| Параметр | Микросхема | |
|---|---|---|
| | КБ1013ВК1-2 | КБ1013ВК4-2 |
| Объем памяти программ (ПЗУ), байт | 1827 | 2772 |
| Объем памяти данных (ОЗУ), полубайт | 65 | 96 |
| Объем памяти «изображений», полубайт | 18 | 32 |
| Организация контроллера ЖКД: | | |
| число выводов сегментов | 36 | 32 |
| число выводов общих электродов | 2 | 4 |
| временна́я мультиплексия | 1 : 2 | 1 : 4 |
| разрядность регистра вывода, бит | 4 | 8 |
| последовательный регистр вывода | Нет | Есть |
| дешифратор сегментного кода | Есть | Нет |
| число источников питающих напряжений | 2 | 1 |
| Число команд ассемблера | 58 | 53 |

синхронизации. Все это обеспечивает универсальность, автономность и гибкость их применения в устройствах самого различного назначения (от локальных систем автоматики до устройств управления бытовыми приборами). Микросхемы отличаются одна от другой быстродействием и объемом внутренней памяти программ, объемом памяти внутреннего ОЗУ. Например, КМ1816ВЕ49 имеет объем памяти программ (ПЗУ) 2 Кбайт; объем памяти данных (ОЗУ) 128 байт; максимальную тактовую частоту 11,0 МГц. Напряжение питания +5 В.

Интерес представляет **электрически репрограммируемое ПЗУ (ЭРПЗУ)** с информационной емкостью 65 536 бит (с организацией 8К×8) типа **КМ558РР3.**

*Таблица 2*

**Назначение выводов ОЭВМ КБ1013ВК1-2**

| Вывод | Обозначение | Назначение |
|---|---|---|
| 60, 1...3 | $O_{48}$/К3...$O_{18}$К0 | Вывод сегментной группы / двунаправленный порт старшей тетрады команд |
| 56...59 | $O_{47}$/К7...$O_{17}$/К3 | Вывод сегментной группы / двунаправленный порт младшей тетрады команд |
| 4 | TEST0 | Тестовый вход 0 |
| 5 | TEST1 | Тестовый вход 1 |
| 6 | $OSC_{out}$ | Выход тактового генератора |
| 7 | $OSC_{in}$ | Вход тактового генератора |
| 9...11, 17 | $R_{3-0}$ | Выводной порт данных общего назначения |
| 12 | $U_{cc}$ | Напряжение источника питания —3 В ±10% |
| 13 | $U_{cc1}$ | Напряжение источника питания —1,5 В ±10% |
| 14, 15 | COM0, COM1 | Выводы общих электродов ЖКД |
| 18 | CLR | Сброс |
| 19 | INT0 | Флаг внешнего прерывания |
| 20 | INT1 | Флаг внешнего прерывания |
| 21 | GND | Общий |
| 22, 23, 25, 26 | D0...D3 | Вводной буфер данных общего назначения |
| 27...30 | $O_{40}...O_{10}$ | Выводы сегментных групп |
| 31...34 | $O_{41}...O_{11}$ | |
| 35...38 | $O_{42}...O_{12}$ | |
| 39...42 | $O_{43}...O_{13}$ | |
| 43...46 | $O_{44}...O_{14}$ | |
| 47...50 | $O_{45}...O_{15}$ | |
| 51, 53...55 | $O_{46}...O_{16}$ | |

Напряжение питания +5 В; время выборки адреса ≤430 нс; число циклов перезаписи 100.

Среди пассивных элементов радиоэлектроники следует отметить **танталовые оксидно-полупроводниковые чип-конденсаторы.** Конденсаторы имеют прямоугольную или цилиндрическую форму. Прямоугольные конденсаторы занимают на печатной плате минимальную



*Таблица 3*

**Назначение выводов ОЭВМ КБ1013ВК4-2**

| Вывод | Обозначение | Назначение |
|---|---|---|
| 1...22, 24...33 | $b_{16}$, $a_{10}...b_1$, $a_1$ | Сегментные выводы ЖКД |
| 34...37 | COM3/$A_{cc3}$... COM0/$A_{cc0}$ | Выводы общих электродов ЖКД/выводы аккумуляторного регистра |
| 38...45 | S0/K0...S7/K7 | Выводной программируемый порт общего назначения/двунаправленный порт команд |
| 46 | TEST0 | Тестовый вход 0 |
| 47...50 | D0/TEST1, D1...D3 | Входной буфер данных общего назначения |
| 51 | CLR | Сброс |
| 52 | INT0 | Флаг внешнего прерывания 0 |
| 53 | GND | Общий |
| 54 | $OSC_{out}$ | Выход тактового генератора |
| 55 | $OSC_{in}$ | Вход тактового генератора |
| 56 | $U_{cc}$ | Напряжение источника питания —3 В ±10% |
| 57 | INT1 | Флаг внешнего прерывания 1 |
| 58, 59 | R1, R2 | Выводы управления пьезоэлементом |
| 60 | bS | 8-разрядный последовательный порт вывода |

площадь, приспособлены к автоматизированному монтажу.

Основные параметры конденсаторов приведены в табл. 4.

Работают конденсаторы в интервале температур —60...+125 °С; диапазон рабочих частот до 100 кГц, выдерживают большие механические нагрузки.

Малогабаритный **никель-кадмиевый цилиндрический аккумулятор НКГЦ-0,45-11С** разработан в габаритах сухого гальванического элемента 316. Основные параметры его следующие: номинальное напряжение 1,2 В; номинальная емкость не менее 0,45 А·ч; ток заряда 0,045 А; продолжительность заряда 14...16 ч; время раз-

*Таблица 4*

| Электрические параметры | Тип конденсатора | | |
|---|---|---|---|
| | К53-15(15А) | К53-22 | К53-37 |
| Номинальное напряжение, В | 3...30 | 4...50 | 4...50 |
| Номинальная емкость, мкФ | 0,1...47 | 0,1...100 | 0,1...100 |
| Изменение емкости в интервале рабочих температур, % | —25...20 | ±25 | ±25 |
| Тангенс угла потерь на 50 Гц, % | | | |
| при 20 °С | 8...12 | 8...12 | 8...12 |
| при —60 °С | 24...36 | 20...10 | 24....36 |

ряда до напряжения 1,0 В при токе 0,45 А 1 ч, при токе 0,090 А 5 ч; ресурс 500 циклов заряд-разряд; гарантируемый срок хранения 5 лет, гарантируемый срок эксплуатации 2 года; диапазон температур от —16 до +50 °С; габаритные размеры: высота 50,5 мм, диаметр 14,5 мм.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ



### ТЕЛЕВИДЕНИЕ



### ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И ЦВЕТОМУЗЫКА



### НАШИ СПРАВКИ